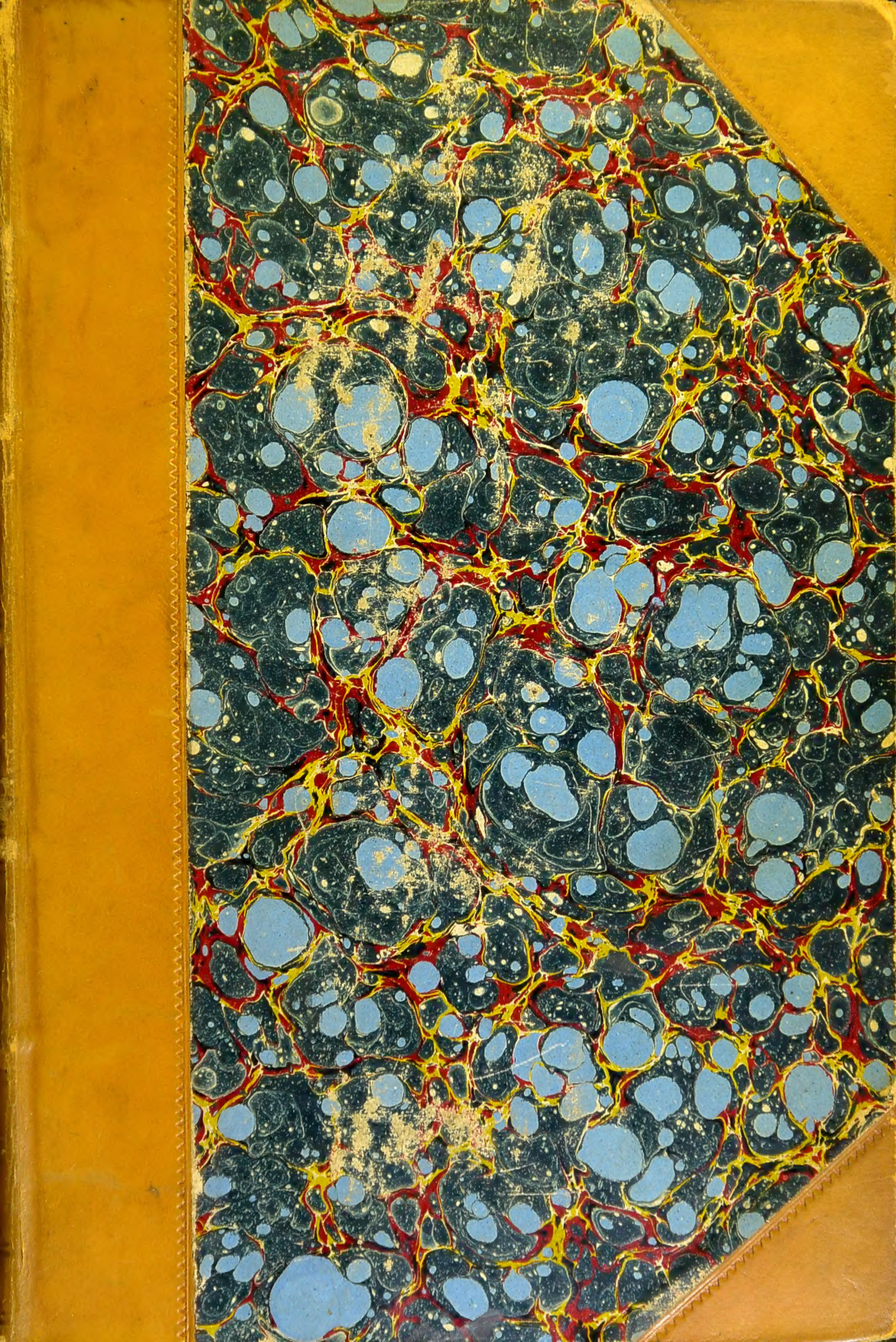


HANDBUCH

DER LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HANDBUCH

DER

LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES

MENSCHEN UND DER THIERE.

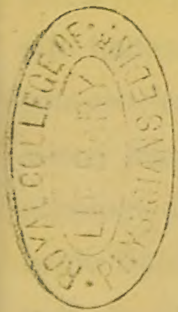
UNTER MITWIRKUNG VON

J. ARNOLD, BABUCHIN, BIESIADECKI, F. BOLL, E. BRÜCKE, CHROBAK, EBERTH, TH. W. ENGELMANN, J. GERLACH, HERING, IWANOFF, J. KESSEL, E. KLEIN, W. KÜHNE, C. LANGER, v. LA VALETTE, LEBER, LUDWIG, SIGMUND MAYER, TH. MEYNERT, W. MÜLLER, OBERSTEINER, PFLÜGER, v. RECKLINGHAUSEN, A. ROLLETT, RÜDINGER, MAX SCHULTZE, F. E. SCHULZE, SCHWALBE, SCHWEIGGER-SEIDEL, L. STIEDA, C. TOLDT, E. VERSON, W. WALDEYER UND ANDEREN

HERAUSGEGEBEN

VON

S. STRICKER.



ERSTER BAND.

CAP. I—XXIX. (S. 1—664.)

MIT 230 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1871.

Vorwort.

Kein Wissensgebiet wird durch so zahlreiche und so scharfe Beobachtungen ausgebaut, wie die Gewebelehre. Indem wir durch die Anwendung des Mikroskops das Netzhautbild vergrössern, verkleinern wir den auf einmal übersehbaren Raum und gewinnen so an Schärfe, was wir an Ausdehnung verlieren.

Bei feineren Beobachtungen steigern wir die Schärfe unserer Lichtempfindung noch in ungewöhnlichem Grade. Wir bringen unseren Körper in eine den Umständen entsprechende bequeme Lage, wir halten anderweitige störende Sinneseindrücke von uns ab und concentriren selbst die Lichtempfindung auf ein Auge; ja wir entlasten auch dieses von Nebenleistungen, wir drehen es nicht, wir accommodiren nicht; wir nehmen den Bulbus förmlich zwischen beide Hände, indem wir die Accomodation durch die Stellschraube, und die Drehung durch Verschiebungen des Objectträgers ersetzen.

Durch die Verbesserung der Mikroskope ist unser Terrain im Laufe des letzten Decenniums nicht nur mächtig verbreitert worden, es hat auch an Tiefe und an Klarheit in der Vertheilung der Lichter gewonnen.

Noch in einer Richtung schwillt unser Gebiet an. Die Gewebelehre erklimmt stetig die Höhe einer vergleichenden Wissenschaft.

Unter solchen Umständen wird es dem Einzelnen immer schwerer, das ganze Gebiet so abzutasten, als es für die Zwecke einer gewissenhaften Beschreibung nothwendig ist.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich die Herausgabe des vorliegenden Sammelwerkes unternommen. Die Unterstützung, welche mir dabei durch die besten Fachgenossen unserer Zeit einerseits und durch die Rührigkeit des Verlegers andererseits zu Theil geworden ist, hat mich in die angenehme Lage versetzt, das Werk auch zu beenden.

Wenn wir nunmehr das Gefüge desselben überblicken, kann es uns nicht entgehen, dass es äusserlich nicht so glatt erscheint, als wenn es von einem Meister geschaffen wäre. An einzelnen Orten leuchten die Resultate jahrelangen Fleisses der Besten unserer Zeit hervor, und zuweilen wieder sind solche Knotenpunkte durch die Arbeit jüngerer Kräfte verbunden. Es fehlt aber die Tünche, mit der die Meister unseren Gewohnheiten entsprechend ihre Werke zu bedecken pflegen, um die Beiträge der Mitarbeiter, die schönen und die schwachen Bestandtheile, dem Auge des Beobachters gleichmässig zu entziehen.

Die Mitarbeiter werden bei einem solchen Rohbaue sicherlich keine Einbusse erleiden. Die Besseren nicht, weil Licht noch niemals durch weniger Licht verdunkelt worden ist, und die Jüngeren werden es auch nicht beklagen, dass ihre Theilnahme am Werke ersichtlich ist.

Es kann also nur noch gefragt werden, ob die Leser, und vor Allem, ob die Wissenschaft dabei etwas gewonnen haben. Beide Fragen fallen in eins zusammen; denn den Interessen der Leser kann doch nicht besser entsprochen werden, als wenn das, was ihnen geboten wird, den Forderungen der Wissenschaft am besten entspricht. Es bedarf aber füglich keines Beweises, dass die wahren Verhältnisse um so deutlicher an das Tageslicht treten, je mehr der Gebrauch der Schminke vermieden wird.

Wir können es uns nicht verhehlen, dass bei der Abfassung von Lehrschriften über die thierischen Gewebe der Farbentopf noch eine mächtige Rolle spielt. Unser Wissen auf diesem Gebiete ist ein musivisches, und wir gleiten bei der Darstellung gern mit dem Pinsel über das Mosaik hinweg.

Diese Procedur spielt auch noch in unserem Werke eine Rolle. Aber sie ist in dem Grade vermindert, als die einzelnen Capitel sich dem Charakter der Monographien nähern; sie wirkt auch insofern weniger nachtheilig, als das Ganze nicht von einer Manier durchdrungen ist.

Die Mannigfaltigkeit der Darstellungsweise ist nicht der geringste Vorzug unseres Werkes. Es rückt dadurch dem Ziele näher, das in Handbüchern angestrebt werden soll, nämlich ein Bild zu entwerfen von dem Zustande der Doctrin zu einer gegebenen Zeit. Ein solches Bild wird sich aber bis zu einer gewissen Grenze der Wahrheit um so mehr nähern, je mehr das Vorherrschen einer Individualität unterdrückt wird.

Die Mannigfaltigkeit der Darstellungsweise hat auch einen Uebelstand mit sich gebracht. Es haben verschiedene Mitarbeiter einander in nicht ganz unwesentlichen Fragen widersprochen. Dieser Uebelstand wird wohl nur diejenigen belästigen, welchen die Bequemlichkeit, mit der sie ihr Wissen einordnen, höher steht als die Wahrheit. Die Gelehrten aber, und diejenigen, die solche werden wollen, werden sicherlich damit einverstanden sein, dass ich einander widersprechenden Anschauungen Raum gegeben habe.

»Durch den Widerspruch wird der Geist der Prüfung genährt.«

S. Stricker.

Inhalt.

Einleitung.

Allgemeine Methodik.

Von

S. Stricker.

Das Mikroskop ist ein Hilfsmittel der Untersuchung. Wenn die Objecte zu klein sind, um bei der nöthigen Entfernung vom Auge hinreichend grosse Netzhautbilder zu geben, werden sie je nach Bedürfniss mit einem einfachen oder zusammengesetzten Mikroskope untersucht. Durch die Anwendung eines solchen Instrumentes ist übrigens das Terrain, auf welchem sich die Untersuchung bewegt, noch nicht bestimmt. Mikroskopie bezeichnet keine Doctrin, sondern eine Untersuchungsmethode, und zwar die feinste für terrestrische Objecte, weil unsere jetzigen Mikroskope die vollendetsten optischen Hilfsmittel sind.

Den umfassendsten Gebrauch hat man bis jetzt vom Mikroskope bei der Erforschung der Organismen gemacht. Die Lehre von dem feineren Baue oder dem Gewebe des Pflanzen- und Thierleibes und namentlich des letzteren ist zu einer selbständigen Doctrin geworden, ja es zweigen sich hier wieder bedeutende Unterabtheilungen ab. Die normalen und die durch abnorme Einflüsse veränderten oder so entstandenen Gewebe bilden bereits die Grundlage für zwei, wenn auch sehr eng verbundene Doctrinen, und jede derselben lässt sich wieder von zwei Gesichtspunkten fassen. Man kann Morphologie oder Biologie der Gewebe, oder wie es sich auch ausdrücken lässt, normale oder pathologische Gewebsanatomie oder Gewebsphysiologie treiben. Morphologie und Physiologie der Gewebe sind übrigens so innig mit einander verflochten, dass heute von einer Trennung beider noch nicht die Rede sein kann. Die Beobachtung der Lebenserscheinungen der Gewebe und das Experiment mit denselben führt uns zu mancherlei Erkenntniss der feinsten Architektonik, während uns umgekehrt die Ergründung des Gefüges die Schlüsse auf gewisse Lebenserscheinungen erleichtert.

Die Technik, welche sich in diesen beiden Gebieten geltend gemacht hat, ist jedoch eine verschiedene. Es bedarf anderer Hilfsmittel, wenn es sich

darum handelt, die Lebensvorgänge unter dem Mikroskope zu belauschen, eventuell zu beeinflussen, als wenn man bloss die Formen der Elementarbestandtheile kennen lernen will. Auch sind die Experimente, welche allenfalls unter dem Mikroskope angestellt werden, anderer Natur, wenn es sich um lebende Organismen, als wenn es sich um Leichen derselben handelt. Die Empfindlichkeit der ersteren gegen äussere Einflüsse macht noch auf dem mikroskopisch kleinen Raume und in Rücksicht auf die nothwendige Schonung des Instruments ein Experiment möglich, da wo uns abgestorbene Gewebstheile im Stiche lassen. Mit geringen Temperaturänderungen, mit schwachen elektrischen Strömen, mit wenig concentrirten Säuren kann man lebende Gewebe zu Veränderungen anregen. Will man aber das physikalische Experiment auf Leichen derselben beziehen, so bedarf es kräftigerer Einflüsse, die das feine Instrument oder der über demselben sitzende Beobachter nicht immer ertragen. Die grössere Empfindlichkeit der lebenden Organismen erfordert eine sehr zarte Behandlung derselben; sie erleichtert uns aber dafür das Experiment. Dem ist es auch zuzuschreiben, dass sich dieses erst in den letzten Jahren grössere Geltung verschafft hat; um die Zeit nämlich, als die Untersuchung lebender Gewebe grössere Dimensionen angenommen hat.

Man untersucht die Gewebe entweder in dem Lichte, welches sie von der Oberfläche reflectiren, oder in dem, welches sie durchlassen, im auffallenden oder durchfallenden Lichte. Im auffallenden Lichte kann jedes Object untersucht werden, vorausgesetzt, dass es genug Licht empfängt und genug reflectirt, und weiter vorausgesetzt, dass man das Object sowohl wie das Mikroskop fixiren kann.

Selbstverständlich muss das Instrument eine Einstellung möglich machen, da sich sonst nicht für alle in Betracht kommenden Fälle verwerthbare Netzhautbilder erreichen lassen. Auf starke Vergrösserung muss man übrigens im auffallenden Licht verzichten, weil diese einen sehr geringen Abstand zwischen Object und Linse erfordern, stark vergrössernde Linsen aber das Object decken und so dessen Beleuchtung beeinträchtigen. Es ist indessen denkbar, die Beleuchtung nach dem Principe des Augenspiegels anzubringen, und dann wäre die angedeutete Schwierigkeit überwunden.

Die Untersuchung im auffallenden Lichte gewinnt sehr viel bei directer Beleuchtung oder was noch viel besser ist, wenn man auf die zu untersuchende Stelle des Objects ein Sammelbild der Lichtquelle wirft; es treten dann häufig Details hervor, welche man bei der Beobachtung mit diffusem Tageslichte kaum bemerkt.

Wenn es sich bei der Untersuchung im auffallenden Lichte um grössere Abstände handelt, wenn man also beispielsweise unter dem Mikroskope mit grösseren Instrumenten bewaffnet, ferner, wenn man die Objecte unter Flüssigkeit ansehen oder präpariren will, dann ist es zweckmässig, sich der Brücke'schen Lupe zu bedienen. Man steckt diese in den Lauf eines Naschet'schen oder Hartnak'schen Stativs und legt das Object auf den

Objecttisch. Die Einstellung wird dann mit freier Hand durch Verschieben der Lupe bewerkstelligt. Diese Combination leistet auch ausgezeichnete Dienste, wenn es sich um feine Präparation mit Nadeln handelt, also etwa um die Isolirung von Ganglienzellen und die Darstellung feiner Fasern. Man bringt dann die Objecte in jedem Falle auf einen matten Grund; ist das Object dunkel, auf einen mattgrauen, und wenn das Object hell ist, auf einen mattschwarzen Grund. Das Object, aus welchem isolirt werden soll, kann für alle Fälle auf einen aus geschliffenem Glase bereiteten Objectträger gelegt und diesem je nach Bedürfniss ein mattweisses oder schwarzes Papier als Unterlage gegeben werden. Zur Untersuchung grösserer Gewebsstücke in Flüssigkeiten benützt man Schälchen, welche auf ebener Unterlage ruhen und eine sphärische Höhlung besitzen, etwa nach Art der gemeinhin gebrauchten Salzfässchen. Einen matten, dunklen Grund erreicht man sehr gut durch Bestreichen des Bodens mit einer dicken Schichte gefärbten Wachses oder Guttapercha. Man gewinnt dadurch zugleich eine Unterlage, auf welcher man die Objecte durch Einstechen mit Nadeln fixiren kann.

Wenn es sich darum handelt, die Reliefs der Objecte stark hervortreten zu lassen, also um die Details an der Oberfläche derselben, dann sind die Lupen von Steinheil in München besonders empfehlenswerth. Doch ist es gut, wenn man sie in Nussgelenke fasst, welche wieder in einem fixen Stative horizontal und vertikal zu verschieben sind. Wenn man bei starker Lupenvergrösserung noch mit Pincette und Scheere präpariren will, dann befestige man das Präparirschälchen auf einem unmittelbar auf dem Tische ruhenden, mehrere Centimeter hohen geschwärzten Holzblock. Man präparirt nämlich in solchen Fällen sicherer, wenn die Arme in nahezu horizontaler Stellung auf dem Tische ruhen können. Bei der Präparation mit starken Lupen kommt man nothwendigerweise mit der Nase in die Nähe des Objects und man kann sich dann des Nasenrückens als Stützpunkt für das anzuwendende Schneideinstrument bedienen. Die Präparation mit Scheere und Pincette unter starken Lupen bedarf in der Regel einer sehr scharfen Fixation und einer sehr exacten Führung des Schneideinstruments, und es ist fast unentbehrlich, dasselbe irgendwo zu stützen, wenn man es an kleinen und zarten Objecten regelrecht leiten will. Legt man das linke Auge an die Lupe, dann kann die rechte Hand mit grosser Sicherheit ein auf dem Nasenrücken balancirendes Scheerchen dirigiren, während die andere Hand das Object fixirt. Zur Fixation sehr zarter Objecte bediene man sich schwerer Pincetten mit sehr scharfen nicht gerifften Spitzen.

Will man im auffallenden Lichte mit zusammengesetzten Mikroskopen arbeiten, dann kann man sich nur der schwächern Objective bedienen, etwa bis Nr. 5 der Hartnak'schen Mikroskope und die ihnen entsprechenden anderer Instrumente. Zur Präparation bediente man sich früher schwacher zusammengesetzter Mikroskope, deren Bild mit dem Objecte gleich gerichtet war. Diese sogenannten Dissectionsmikroskope sind leicht entbehrlich, da man sich

an die verkehrten Bilder, respective an die verkehrte Führung der Hände sehr bald gewöhnt.

Die Untersuchung im durchfallenden Lichte kann gleichfalls mit einfachen und zusammengesetzen Mikroskopen angestellt werden. Für den Gebrauch der ersteren ist zu dem bisher Gesagten nur wenig hinzuzufügen. Wenn man im durchfallenden Lichte untersuchen will, muss die Unterlage selbstverständlich durchsichtig sein und muss das Object durch einen unter demselben angebrachten Reflexionsapparat, sei es Spiegel oder Prisma, beleuchtet werden. Die einfachen Mikroskope oder schwache Vergrösserungen des zusammengesetzten werden bei durchfallendem Lichte nur angewendet, wenn es sich um übersichtliche Bilder, um die Topographie der Gewebe handelt. Je grösser das Object wird, um so schwächer muss die Vergrösserung sein, wenn man dasselbe überblicken soll. Bei grösseren Objecten verfährt man übrigens so, dass man erst durch schwache Vergrösserung einen Ueberblick zu gewinnen sucht, und dann mit stärkerer Vergrösserung von Stelle zu Stelle die Details eruirt. Die sehr starken Linsen, wie sie in neuester Zeit von Hartnak angefertigt werden, dienen hauptsächlich zur Untersuchung lebender Gewebe oder von gut conservirten isolirten Elementarbestandtheilen. An Geweben, die zu Untersuchungszwecken misshandelt worden sind, die also in Reagentien gehärtet, gefärbt und wiederholt gewaschen wurden, leistet die sehr starke Vergrösserung für den ersten Anblick wenig mehr als die mittelstarke, ja der minder Geübte kann in solchen Fällen weniger klar sehen, wenn er Hartnak Nr. 15, als wenn er Hartnak Nr. 8 anwendet. Die starken Vergrösserungen sind aber auch hier schon für den Anfänger ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, wenn es sich um die Definition von Tiefen handelt. Man muss nur die Schraube mit ausserordentlicher Vorsicht, mit ausserordentlich geringen Drehungen anwenden, so dass man nach je einer sehr geringen Drehung der Schraube ein neues Gesichtsfeld erlangt, auf diesem ausruht, beobachtet um wieder zu einem tieferen oder höheren vor- oder rückwärts zu schreiten.

Wenn es sich aber um isolirte und namentlich gut erhaltene Formelemente handelt, wenn man ferner die Gewebe frisch und ohne Zusatzflüssigkeiten, oder in solchen, die nicht eingreifend wirken, untersucht, dann kann man erst von den starken Vergrösserungen vollen Nutzen ziehen. Die Fortschritte in der Erkenntniss der Zelle und des feineren Baues der Nervenfasern basiren auf Untersuchungen mit den neueren ausgezeichneten Hilfsmitteln. Die Untersuchungen der Cornea im lebenden Zustande, wie sie von Recklinghausen und Kühne angebahnt wurde, lässt den Werth starker Vergrösserungen fast noch eindringlicher erkennen. Wohl kann man im frischen Zustande selbst mit den besten Vergrösserungen die Structur der Hornhaut nicht ergründen. Man sieht im frischen Zustande distinct nur solche Formelemente, deren umgebende Medien das Licht anders brechen als sie selbst. Wenn sich also Fasern oder Zellen durch Kittsubstanzen oder durch zwischenliegende Flüssigkeiten abgrenzen, deren optisches Verhalten von dem der Formelemente nicht abweicht,

dann kann man sie mit den besten Vergrösserungen nicht sehen, dann müssen künstliche Hilfsmittel herangezogen werden. Es sind diess entweder mechanische, um die Formelemente auseinander zu ziehen, oder chemische, deren Nutzen in solchen Fällen darin besteht, dass die verbindenden Substanzen entweder gelöst, oder doch nicht in derselben Weise verändert werden, wie die Formelemente selbst. Die besten künstlichen Zubereitungen können aber das nicht ersetzen, was die Beobachtung im frischen Zustande unter einer 1000 — 1500maligen Vergrösserung bietet. Diejenigen Contouren, welche noch während des Lebens der Gewebe an ihnen zu erkennen sind, zeigen neben der Schärfe noch eine eigenthümliche Weichheit, welche die Beobachtung angenehm machen. Die natürlichen Höhlen und Spalten setzen sich durch die verschiedene Lichtbrechung ihres Inhalts von der Umgebung ausserordentlich scharf ab. Endlich sind während des Lebens Contouren sichtbar, welche schon mit dem Absterben schwinden. Kann man diese auch wieder durch besondere Hilfsmittel sichtbar machen, so gewinnen sie ihren vollen Werth doch erst dadurch, dass man weiss, sie seien auch ohne Hilfsmittel sichtbar gewesen.

Es dürfte dem Gesagten zufolge bei dem heutigen Stand der Instrumente zweckmässig sein, übersichtliche topographische Studien mit den schwächern Linsen, dann die Gewebsstudien an misshandelten Präparaten mit den mittelstarken Linsen anzustellen und in solchen Fällen die sehr starken Vergrösserungen nur als Controle für die Tiefendistanzen anzuwenden, und endlich die Untersuchung frischer Gewebe ausschliesslich mit den besten vorhandenen Mitteln zu führen[1].

Die einfachste aber auch die sicherste und eleganteste Form des Untersuchens unter zusammengesetzten Mikroskopen ist die, dass man das Object auf die Mitte eines blankgeputzten Objectträgers legt und mit einem dünnen, viereckigen und gleichfalls vollkommen reinen Glasplättchen bedeckt. Das Glasplättchen, auch Deckgläschen genannt, soll mit seinen grossen Flächen dem Objectträger parallel liegen, was nur zu erreichen ist, wenn sich die zu untersuchende Schichte in grösserer Ausdehnung gleichmässig verbreitet. Unregelmässig begrenzte dickere Klümpchen stören schon deswegen die Untersuchung, weil sie das Deckgläschen zu einer schiefen Lage zwingen. Ist das zu untersuchende Gewebe in einer Flüssigkeit vertheilt, dann bringe man einen kleinen Tropfen derselben auf den Objectträger, berühre mit dem Deckgläschen erst die Kuppe des Tropfens und lasse dieses dann sachte niederfallen. Man vermeidet so das Miteinschliessen von Luftblasen. Soll die Untersuchung längere Zeit fortgeführt werden, oder handelt es sich darum, dass das Medium, in

[1] Den zweiröhrigen stereoskopischen Mikroskopen kann ich für den Gebrauch, welchen sie bis heute gestatten, keinen hohen Werth beimessen. Sie werden bis jetzt nur mit schwachen Vergrösserungen verwendet. Man bekommt aber auch bei Lupen die Reliefs ausgezeichnet zur Anschauung, wenn man während der Beobachtung den Kopf in leicht schwingender Bewegung erhält.

welchem das Gewebe liegt, durch Verdunsten an den Rändern nicht concentrirter werde, so streiche man mit einem Pinsel eine Schichte Oel rings um die Ränder des Deckgläschens; dadurch ist das Präparat vor Verdunstung geschützt. Wenn nach dem Anlegen des Deckgläschens ein Theil der zu untersuchenden Flüssigkeit über dessen Ränder hinausfliesst, wenn das Deckgläschen dabei eine unsichere, leicht verschiebbare Lage beköınmt, müssen die Ränder erst durch Filtrirpapier abgetrocknet und dann erst die Oelschichte angestrichen werden. Mit diesem Hilfsmittel ist die einfachste feuchte Kammer gegeben.

Recklinghausen hat den Gebrauch feuchter Kammern eingeführt. Die Grundidee für eine solche war, dass man das Object in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum bringe, und das schien um so nothwendiger, als es wünschenswerth wurde, ohne Deckgläschen zu untersuchen. In solchem Falle ist das Object theilweise von einer Atmosphäre begrenzt, und an diese muss es Wasserdampf abgeben, wenn sie mit solchen nicht gesättigt ist.

Bedenkt man aber andererseits, dass das Niederschlagen von Wasserdämpfen aus einer gesättigten Atmosphäre auf ein solches Object von des letzteren Temperatur abhängig ist, so wird man begreifen, wie schwer es ist, das Gleichgewicht zu erhalten, das heisst, alles so einzurichten, dass weder Wasser abgegeben noch aufgenommen werde. Jedenfalls werden die Fehler mit den Dimensionen der Atmosphäre, welche das Object umgiebt, abnehmen. Man soll also diese so klein als möglich machen, und nach Thunlichkeit auf Null reduciren, d. h. man soll so lange es möglich ist, mit einem Deckglas arbeiten und dessen Ränder beölen. Der Druck, den es auf das Object übt, ist unmassgeblich, weil man ihn leicht eliminiren kann. Man braucht nur einen Wall aus Oel zu streichen, innerhalb dieses Walles den Tropfen anzubringen und dann einzudecken, um vor dem Druck des Deckgläschens geschützt zu sein. Es kann aber in Rücksicht auf den Versuch aus anderen Gründen nothwendig werden, das Präparat mit einer Atmosphäre zu umgeben. Es kann z. B. der Einfluss verschiedener Gase in den Bereich des Experiments gezogen werden. In solchem Falle muss man eine wirkliche Kammer herstellen und diese soll so lange, als keine besonderen Behelfe eingeleitet sind, die Bewegung des Wasserdampfes zu reguliren, so klein als möglich sein. Ich schlage zu dem Zwecke vor, auf den gewöhnlichen Objectträger einen nach Bedürfniss dicken Ring aus Glaserkitt aufzulegen, das Object, wie es jetzt allerwärts geübt wird, auf das Deckglas zu legen, dieses mit nach abwärts gekehrtem Objecte auf den Wall von Kitt zu bringen und durch sanftes Streichen mit dem Scalpellhefte anzudrücken. Ein Tropfen Wasser auf dem Boden des Objectträgers wird hinreichen, den Raum mit Wasserdampf zu sättigen und das Object vor Vertrocknung zu schützen. Man muss aber auch hier wieder grosse Vorsicht anwenden, denn man wird finden, dass die trockene und blank geputzte Deckplatte sich alsobald beschlägt, als man sie auf den Wall von Kitt auflegt. Es muss also der Flüssigkeitstropfen eine kleine Oberfläche

haben, um nicht zu viel zu verdunsten und er darf andererseits nicht zu klein sein, damit das Object nicht schnell vertrockne. Man muss sich übrigens bewusst sein, dass geringe Schwankungen im Wassergehalte des Objectes nicht zu vermeiden sind.

Man kann eine solche Kammer auch leicht zu einer sogenannten Gaskammer umgestalten. In den weichen Wall von Glaserkitt kann man nämlich entsprechend der Mittellinie des Objectträgers je ein Glasröhrchen einlegen, an jedes derselben ein Kautschukröhrchen bringen und diese, wenn kein Gas durchgeleitet werden soll, durch leichte Quetschhähne verschliessen. Soll aber Gas durchgeleitet werden, müssen die Kautschukröhren in die nöthige Communication gebracht und die Hähne geöffnet werden. Wer indessen häufiger mit Gasen arbeitet, wird sich mit einer solchen provisorischen und leicht zerstörbaren Kammer nicht begnügen. Dann ist es besser, die zuleitenden Glasröhrchen in ausgeschliffene Rinnen des Objectträgers ein für allemal fest zu kitten. Der Raum, welcher begast werden soll, kann dann wieder durch einen Wall von Glaserkitt begrenzt werden.

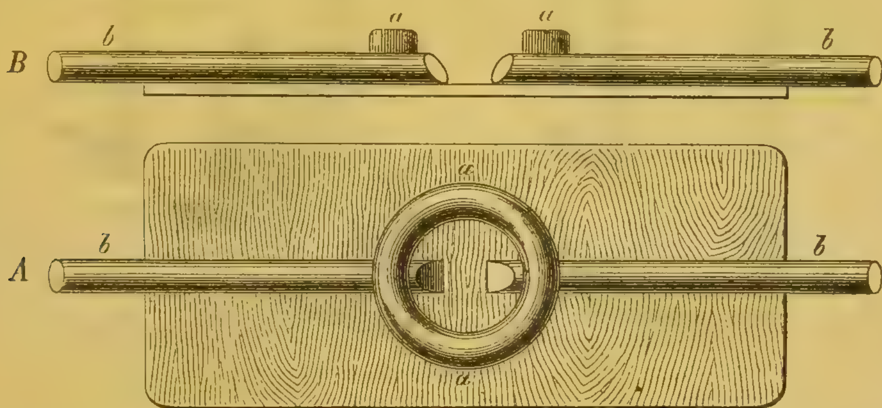


Fig. 1. Gaskammer in natürlicher Grösse. *A* Vogelperspective. *B* Mittlerer Längsschnitt. *aa* Wall. *bb* Zuleitungsröhren.

Ein Objectträger, der zu solchen Untersuchungen mit Gas benutzt wird, muss auf den Tisch des Mikroskopes niedergedrückt werden, weil das zuleitende Gasrohr an demselben zerrt und so das Object während der Untersuchung aus seiner Lage gerückt werden kann. Die Gase selbst lasse man aus Waschflaschen kommen, welche auf dem Tische fixirt sind, so dass zwischen den Waschflaschen und dem Mikroskop feste Beziehungen bestehen, was immer auch mit den fern vom Tische aufgestellten Gasapparaten vorgehen mag. Um bei meinen mikroskopischen Arbeiten vom Hilfspersonale unabhängig zu sein und Tisch und Hände nicht für andere als eben mikroskopische Zwecke in Anspruch zu nehmen, ordne ich meine Gasapparate unter dem Tische an, derart, dass ich durch Fusstritte einen oder den andern in Bewegung zu setzen vermag. Um also beispielsweise Kohlensäure in Gebrauch zu ziehen, stelle ich unter meinen Tisch den aus der Abbildung II ersichtlichen Apparat so auf, dass die Salzsäureflasche (CIII) durch eine über Rollen laufende Schnur von

einem Fussbrette aus gehoben werden kann. Von der Entwicklungsflasche *M* führt dann ein Kautschukrohr in meine fixe Waschflasche *W* und von dieser geht die Communication ans Mikroskop heran. Die Zuleitung von Kohlensäure an ein mikroskopisches Object erfordert aber auch die Möglichkeit eines Wechsels derselben mit atmosphärischer Luft. Ich schalte daher zwischen Waschflasche und Objectträger ein T-Rohr ein (*a* Fig. II). Der wagrechte Balken des Rohrs liegt in der Axe der Communication zwischen Waschflasche und Objectträger, der senkrechte ist dem Beobachter zugewendet. An dieses wird nun ein langes

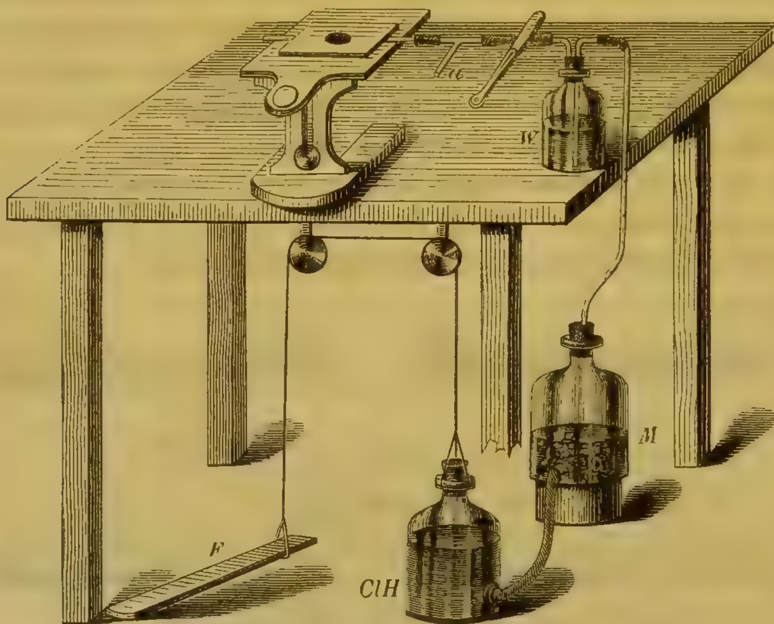


Fig. II.

Kautschukrohr gesteckt, dessen Ende der Beobachter zwischen die Zähne fasst. Zwischen dem T-Rohre und der Waschflasche *W* ist eine Klemme angebracht. Wenn ich nun die Klemme[1] öffne, durch den Fusstritt bei *F* die Säureflasche hebe, dadurch Kohlensäure in die Waschflasche bringe, und dabei das zwischen den Zähnen befindliche Kautschukrohr zusammenpresse, muss das Gas durch den Objectträger durchwandern. Schliesse ich aber die Klemme und sauge an dem im Munde befindlichen Rohrende, dann ziehe ich vom entgegengesetzten Ende der Kammer atmosphärische Luft in diese hinein. In solcher Weise hat man es in seiner Gewalt, einen Wechsel von Kohlensäure und atmosphärischer Luft einzuleiten, während man beobachtet, und die Hände in der nöthigen Weise frei behält. Ein zweiter sogenannter Deville'scher Apparat unter meinem Tische, in derselben Weise wie der erste zugerichtet, ist für die Entwickelung von Wasserstoffgas zubereitet. Dieses Gas benütze ich als indifferentes Mittel, um, während es durch eine Waschflasche streicht, aus

1) Man kann die Klemme ersparen, wenn die Wassersäule in der Waschflasche hoch ist.

dem Contentum derselben Dämpfe mitzureissen, beispielsweise Ammoniak, Chloroform etc. Denselben Dienst leistet ein Blasebalg, der mit dem Fusse getreten werden kann, und dessen Abflussrohr in die Waschflaschen führt. Wenn es sich um die Anwendung des Wasserstoffgases als solches handelt, dann reicht die bisher geschilderte Gaskammer nicht aus. Kühne, dem wir die ersten Versuche in Gaskammern verdanken, schlägt für diese Zwecke einen Quecksilberverschluss vor. Ich nehme diesem Principe folgend einen Objectträger aus Hartkautschuk, dessen Mitte durchbrochen ist und an dessen eine Fläche eine Glasplatte gekittet ist, oder was dasselbe ist, ich kitte auf eine Glasplatte einen Ring von Hartkautschuk. Die Oberfläche des Ringes resp. der Platte soll nun mit einer den Raum umgebenden Rinne versehen sein, in welche man Quecksilber füllen kann. Das Deckgläschen muss dann mittelst

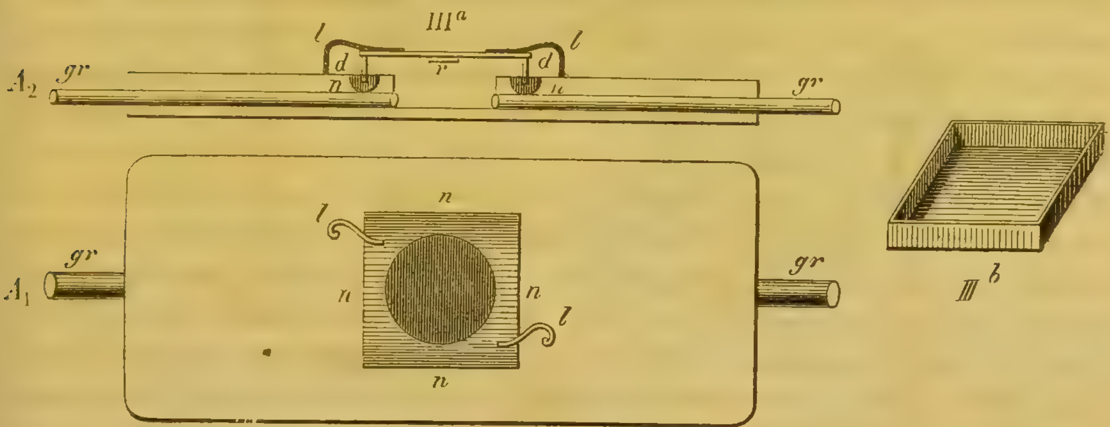


Fig. III *a*. Gaskammer mit Quecksilberverschluss, natürliche Grösse. A_1 Vogelperspectiv. A_2 Mittlerer Längsschnitt. *nn* Rinne. *ll* Klemmen. *gr* Gasröhren. *r* Object. *dd* Deckgläschen im Durchschnitt.
Fig. III *b*. Deckgläschen.

eines festen Kittes zu einem einen Schachteldeckel nachahmenden Gehäuse III*b* umgestaltet werden. An die innere Fläche dieses Gehäuses wird dann das Object *r* gelegt, und die Seitenwände des Gehäuses in die Rinne eingepasst und in das Quecksilber eingetaucht. Wird dann dieses Deckgläschen durch Klemmen niedergehalten, so ist die Gaskammer fest geschlossen und es können selbstverständlich durch passend angebrachte Zuleitungsröhren nun auch Gase zugeleitet werden.

Die Untersuchung der Objecte in Gaskammern bringt gewisse Schwierigkeiten mit sich. Nehmen wir den einfachsten Fall: Man bringt einen Tropfen Blut an die untere Fläche der Deckplatte, legt diese auf die Kammer und kittet sie fest an. Der erste Gasstrom, der vorbeistreicht, reicht schon hin, um das Blut an den Rändern eintrocknen zu machen. Diesem Uebelstande ist kaum abzuhelfen. Es ist daher nothwendig, sich in der Gaskammer auf ein sehr rasches Experimentiren einzurichten, oder aber dem Präparate so viel indifferente Flüssigkeit zuzusetzen, dass die kleine Kammer vom Präparate selbst mit Wasserdampf gesättigt werden kann, ohne dass es darunter wesentlich

leidet. Man arbeitet dann nicht mehr unter den einfachsten Verhältnissen und muss daher die Schlüsse, welche das Experiment gestattet, auf den bestimmten Ausgangspunkt zurückführen.

Noch schwieriger gestaltet sich die Anwendung der feuchten Kammer, wenn man das Object unter dem Mikroskope erwärmen will.

ROLLETT hat die Veränderung der Temperatur in das mikroskopische Experiment eingeführt. MAX SCHULTZE hat dieses Experiment weiter gefördert, indem er einen heizbaren Tisch construirte, welcher dem Objecttische des Mikroskopes angepasst, in seiner ganzen Ausdehnung erwärmt und dadurch das Object auf eine beliebige Temperatur gebracht werden kann. Man hat seitdem versucht, die Temperaturerhöhung des Objects auf verschiedenen Wegen zu erreichen. Beim Tische MAX SCHULTZE's ist die directe Leitung durch Metallplatten als das Princip der Heizung angewendet worden. Dann wurde der Versuch gemacht, warme Flüssigkeit durch den Objecttisch durchzuführen und endlich auch warme Dämpfe in derselben Weise zu benutzen. Mehr als alle diese Hilfsmittel muss uns der Versuch ansprechen, den Objecttisch dadurch zu erwärmen, dass man constante Ströme in Wärme übersetzt. Es handelt sich bei dem mikroskopischen Versuche nur um sehr geringe Wärmemengen, da es ja gar nicht darauf ankommt, die Objectplatte in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern nur das Centrum derselben, oder was noch besser ist, ein Glasplättchen, welches in eine Kautschukplatte eingesetzt ist, zu erwärmen. So geringe Wärmemengen durften aus der Umsetzung selbst schwacher Ströme erwartet werden. Es ist bekannt, dass die Erwärmung eines Drahtes, welcher in den Leitungsbogen einer constanten Kette eingeschaltet ist, zunimmt mit der Abnahme des Querschnittes dieses Drahtes, nach RIESS mit dem Biquadrate des Durchmessers desselben. Wir brauchen also nur einen entsprechend dünnen Draht an die Mitte einer Glasplatte zu befestigen, die beiden Drahtenden mit den Electroden einer constanten Kette in Verbindung zu setzen, die Kette zu schliessen und das Centrum der Glasplatte ist geheizt. Das Aufkitten eines Drahtes ist indessen unbequem; wir besitzen im Stanniolpapier ein ausgezeichnetes Ersatzmittel. Ich schneide also das Stanniol nach der Form *S* beistehender Figur, klebe es auf einen Objectträger und und indem ich die beiden Enden des Stanniols in den Schliessungsbogen einschalte, ist unser Zweck erreicht. Eine sehr bequeme Einschaltungsmethode in den Schliessungsbogen ist folgende: Zu den Hartnack'schen Mikro-

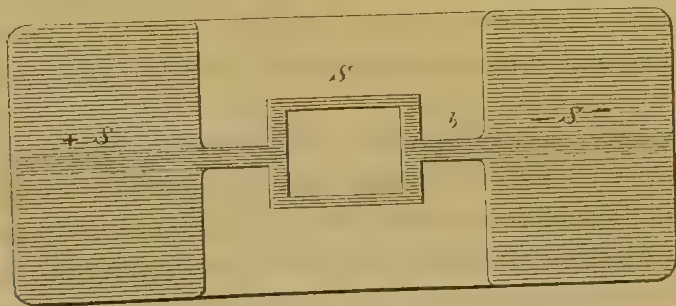


Fig. IV. Objectträger zur elektrischen Heizung, natürliche Grösse.

skopen sind Messingfedern beigegeben, durch welche das Präparat nach Bedürfniss festgeklemmt werden kann. Diese Federn nun (*DD* Fig. v), die mit messingenen Stiften in Löchern des Tisches stecken, versehe ich mit Kautschukstiften. Dadurch werden sie vom Mikroskope isolirt. Indem sie dann den Objectträger festklemmen, können sie gleichzeitig auf die breiten Enden des Stanniols *s* drücken. Ich darf dann nur an irgend einer Stelle der Feder von jeder Seite (*EE* Fig. v) einen Zuleitungsdraht festklemmen und die Kette ist durch das Stanniol geschlossen. Ein zweiter Stanniolstreifen von der Breite des auf dem Objectträger befestigten (*b* Fig. iv) um das Gefäss eines Thermometers gewickelt und an irgend einer Stelle des Schliessungsbogens unter passendem Schutze eingeschaltet, zeigt die Temperatur an, welche das Centrum des Objectträgers annehmen müsste, wenn alle Nebenbedingungen an beiden Orten dieselben wären. Diesen verschiedenen Nebenbedingungen kann aber Rechnung getragen werden durch Auswerthen des Thermometers, was ja für alle Fälle, die Heizung mag nach welcher Methode immer ausgeführt werden, nothwendig ist. Man muss an den Ort, wo sonst das Object zu liegen kommt, ein Fett von bekanntem Schmelzpunkte hinlegen und nachsehen, wie sich die Quecksilbersäule in dem Momente verhält, als das Fett zu schmelzen anfängt. Das Fett soll übrigens in mikroskopisch kleinen Stücken angewendet und mit dem Mikroskope angesehen werden. Am besten ist es, aus dem Fette ein Scheibchen zu schneiden, es lege artis einzudecken, mit einer bestimmten Linse anzusehen und für diese Linse auszuwerthen.

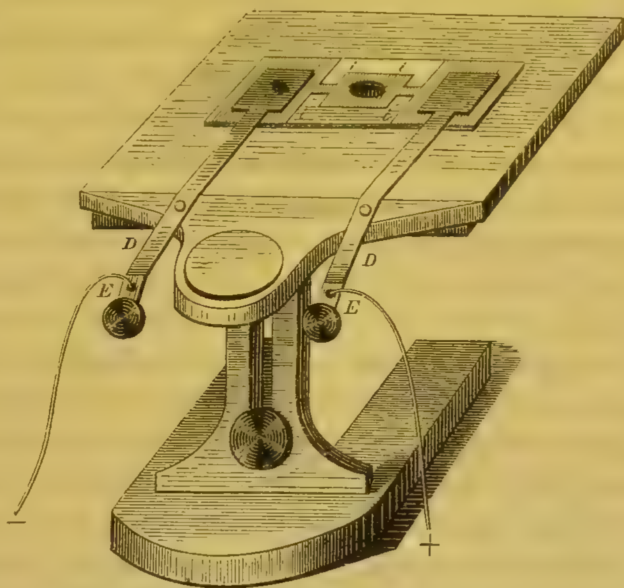


Fig. v. Fuss und Tisch eines Hartnack'schen Mikroskopes.

Ich wende eine Meidinger Kette mit amalgamirten Zinkplatten an. Eine solche Kette arbeitet ausgezeichnet regelmässig, wenn sie regelmässig Futter bekommt. Man kann sie dann mehrere Tage geschlossen lassen und die Temperatur der eingeschaltenen Stanniolstreifen braucht nicht mehr als um einen Grad neben der Zimmertemperatur zu schwanken. Wasser braucht nur selten, Kupferkrystalle müssen aber regelmässig täglich wenigstens einmal zugethan werden, damit die Lösung immer gleichmässig gesättigt sei.

Bedenkt man aber diesen Unannehmlichkeiten gegenüber, dass solche

Vorsichtsmassregeln nur nothwendig werden, wenn man ein und dasselbe Präparat viele Tage und Nächte hindurch gleichmässig erwärmen wollte, dann wird es im Interesse so wichtiger Versuche kaum zu viel scheinen, wenn die Kette täglich einmal gefüttert werden muss. Soll die Batterie nur wenig Arbeit leisten, soll sie nur ab und zu einmal eingespannt werden, dann kann sie lange gleichmässig thätig bleiben, ohne andere Nahrung zu erhalten, als dass von Zeit zu Zeit so viel Wasser ersetzt wird, als aus den offenen Gefässen durch Verdunstung verloren geht.

Meidinger-Elemente verbreiten keine schädlichen Dämpfe und können daher unter oder neben dem Arbeitstische in ein Kästchen fest untergebracht werden. Die Zuleitungsdrähte lasse ich aus Bohrungen des Tisches herauskommen und befestige sie für den Fall der Arbeit an den Stellen, die in der Fig. V mit + und — bezeichnet sind.

In Anbetracht, dass die Temperatur eines dünnen Drahtes, welcher in einen dickeren Schliessungsbogen eingeschaltet wird, mit dem Quadrate des Querschnittes jenes Drahtes im verkehrten Verhältnisse steht, dass aber die Länge desselben bei geringen Grössen nicht in Betracht kommt, ist die früher angeführte Methode der Messung gerechtfertigt. Es ist aber ferner klar, dass man sich auf Grundlage dieses Gesetzes der vorhandenen lebendigen Kraft accommodiren kann. Wenn nun auch die Temperaturen wie die Quadrate der Stromstärken abnehmen, so kann ich dieses Verhältniss bis zu einer gewissen Grenze durch die Abnahme des Querschnittes des Stanniols decken. Wenn ich also über eine schwache Kette verfüge, mache ich die Stanniolstreifen entsprechend schmal. Zumal dünne Streifen sehr zerreisslich sind, klebe ich das Stanniolblatt auf dünnes Papier und schneide dann einen sehr langen Streifen mit einem daranhängenden Fenster heraus. Den grösseren Abschnitt des Streifens wickle ich so um das Thermometergefäss, dass es in mehreren Windungen herumläuft und die beiden Enden frei vorragen. Dann überziehe ich das ganze Quecksilbergefäss mit einer Schichte Lack oder Glaserkitt und stecke es durch die Bohrung eines eine leere Flasche schliessenden Korkes derart fest, dass die Stanniolstreifen frei vorragen. Es kann weiter der Geschicklichkeit des Experimentators überlassen bleiben, wie bequem er diese Streifen in den Schliessungsbogen einschaltet. Jedenfalls soll er die Flasche so vor sich hinstellen, dass er am Thermometer lesen kann. Das kürzere Ende des Stanniolstreifens mit dem eingeschalteten Fenster mache ich so zurecht, wie es Fig. IV andeutet. Die Temperatur der Stanniolstreifen steigt bei meiner Anordnung[1] nahezu im arithmetischen Verhältnisse mit der Zahl der Elemente, wenn diese so gespannt werden, dass je ein Zinkpol mit einem Kupferpol ver-

---

1) Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das hier angegebene Verhältniss nur einer bestimmten Anordnung entspricht. Es ergiebt sich aus dem Ohm'schen Gesetze, dass der Widerstand des eingeschalteten Streifens dieses Verhältniss beherrscht. Es muss auch dem Widerstand entsprechend durch Versuche ermittelt werden, wie man die Batterie anzuordnen hat.]

bunden wird. Dermaassen erreiche ich mit einem Element und der fixen Anordnung eine Temperaturerhöhung von circa 5° C., mit sechs Elementen etwas mehr als 30° C. Die Regulirung der Temperatur muss übrigens, wenn es auf ein genaues Experiment ankommt, mit einem Rheostaten bewerkstelligt werden.

Um die Temperatur des Deckgläschens stets auch direct controliren zu können, lege ich in den Objectträger selbst ein Thermometer ein. In Fig. vi ist *a* das an der oberen Fläche abgeplattete Gefäss des Thermometers und die Buchstaben *b*.... deuten den Lauf der Röhre an. Röhre wie Gefäss liegen in einer Rinne des aus Kautschuk verfertigten Objectträgers. Um das Quecksilbergefäss *a* ist eine Spirale aus feinstem Kupfer- oder Platindrahte gewunden, dessen Enden in die breite Metallplatte *pp* auslaufen. Auf dieser Platte schleifen die federnden Stromgeber des Mikroskops.

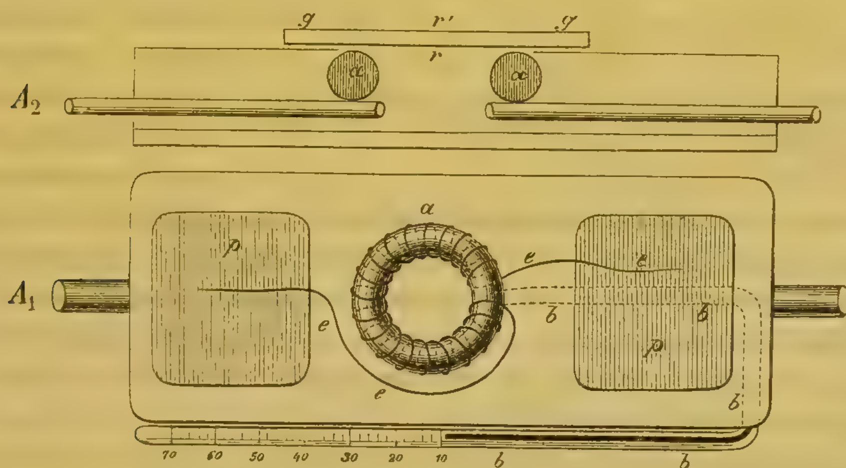


Fig. vi. Gaskammer, durch den constanten Strom heizbar, mit Thermometer.

Fig. vi A_2 zeigt den Längsschnitt des Objectträgers in voller Rüstung. *g g* ist das Deckgläschen, an welchem das Präparat entweder bei *r* oder *r'* angebracht ist. Das Deckgläschen berührt nicht nur die Oberfläche des Objectträgers, sondern auch das mit Draht umwickelte Quecksilbergefäss, dessen Querschnitt in *a a* sichtbar ist. So wie die Kette geschlossen wird, erwärmt sich die Spirale und wirkt einerseits auf das Quecksilber und andererseits auf das Deckgläschen. Da Hartkautschuk ein schlechter Wärmeleiter ist, wird also hauptsächlich das Deckgläschen geheizt. Die Zeichnung macht übrigens noch ersichtlich, wie der Objectträger gleichzeitig als Gaskammer angewendet werden kann.

Nach dem Principe, dass nur das Centrum des Objectträgers oder nur das Deckgläschen zu heizen ist, lässt sich nun auch in bequemer Weise die Flamme als Wärmequelle anwenden.

In den gläsernen Objectträger *O O* Fig. vii ist ein Kupferring und Stab von der Form *kkkk* so eingepasst, dass die Oberfläche des Objectträgers nach wie

vor vollkommen eben ist. Wenn nun geheizt werden soll, wird der Stab *q* mit seiner Spirale an das freie Ende *kk* gesteckt und unter das freie Ende des Stabes *q* eine möglichst kleine Flamme angebracht. Wenn der Stab die Dicke einer starken Stricknadel hat, kann er so lang gemacht werden, dass der über dem Mikroskope sitzende Beobachter die Strahlung des Flämmchens gar nicht spürt. Das Centrum *C* des Objectträgers muss in der früher angegebenen Weise für eine bestimmte Linse, für eine bestimmte Flamme und eine bestimmte Stellung derselben ausgewerthet werden. Richtet man sich mit einem sehr kleinen Flämmchen ein, so kann man auf eine gewisse Constanz derselben rechnen. Ein solcher Modus der Heizung kann keinen Anspruch auf Genauigkeit machen. Wenn es aber nur darauf ankommt zu demonstriren, dass Temperaturen innerhalb gewisser Grenzen eine gewisse Wirkung ausüben, dann reicht die hier gezeichnete Platte aus.

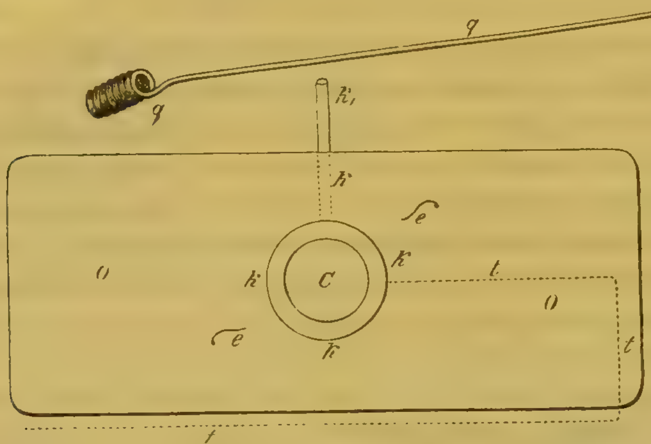


Fig. VII. Heizbarer Objectträger, nat. Grösse. *kkkk* Kupferring und Streifen in der Platte *oo* eingeschliffen. *q* Heizstab. *ee* Klemmen.

Die Leichtigkeit, mit der sie herzustellen ist, macht sie namentlich für grössere Laboratorien empfehlenswerth.

Ich habe übrigens nach derselben Heizmethode auch einen Objectträger mit Thermometer construirt. Das letztere ist wieder nach dem Muster des in Fig. VI abgebildeten gebogen und in eine Platte von Kautschuk eingegraben. Das Gefäss ist aber nicht von einer Spirale, sondern von einer Metallhülse überkleidet, welche die Form *kkk* Fig. VII nachahmt und an diese ist der hervorragende Stift *k* befestigt. Denkt man sich den in Fig. VII abgebildeten Apparat aus Hartkautschuk und im Centrum durchbrochen, dann deutet die punktirte Linie die Lage des Thermometerrohres an. Da hier das Präparat in jedem Falle auf ein Deckgläschen gebracht werden muss, so sind zwei Klemmfedern *ee* Fig. VII angebracht, um das Gläschen festzuhalten. Soll die Platte als heizbare Gaskammer angewendet werden, dann kommt das Präparat an die untere Fläche des Deckglases, soll sie als einfacher Heiztisch dienen, kommt es auf die obere Fläche und muss besonders eingedeckt werden. In diesem letzteren Falle ist das untere Deckglas *gg* Fig. VI A_2 Objectträger und bringt eben nur den Vortheil, dass es als dünnes Plättchen leicht erwärmt werden kann [1].

---

1) Nach dieser zuletzt beschriebenen Form werden die heizbaren Gaskammern von dem Mechaniker Heinitz in Wien mit einer Eleganz angefertigt, die kaum etwas zu wünschen übrig lässt.

In der geheizten Gaskammer treten die früher erwähnten Nachtheile der Kammer stärker hervor. Es ist unter den bisher bekannten Verhältnissen das Gleichgewicht des Wassergehalts zwischen Präparat und Atmosphäre nicht herzustellen. Die Temperatur des Deckgläschens, über welchem das Objectivsystem schwebt, wird eben von diesem beeinflusst und bei der besten Wärmeregulirung innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Jeder Abkühlung muss ein Niederschlag aus der gesättigten Atmosphäre folgen. Recklinghausen und Kühne haben diesem Uebelstande durch umfangreichere Wärmeapparate abzuhelfen gesucht. Bevor die Resultate dieser Versuche bekannt gegeben werden, ist es gerathen, auf Heizversuche in Gaskammern zu verzichten.

Wenn ich nichtsdestoweniger die heizbaren Gaskammern mit so viel Worten geschildert habe, so liegt der Grund darin, dass sie nach anderer Richtung überraschend schöne Versuche gestatten. Wenn der Boden der Kammer mit einem Tropfen Wasser bedeckt ist, und das Präparat über dem Tropfen an der Unterfläche des Deckgläschens hängt, so wird mit jeder Zufuhr von Wärme die Atmosphäre wasserreicher und condensirt sich ein Theil davon auf das Präparat. Wenn man ein feines Reagens untersucht, wie diess z. B. für den geübten Beobachter Blutkörperchen sind, dann merkt man, dass jeder Erwärmung eine bestimmte, auf den vermehrten Wassergehalt des Serums bezügliche Veränderung folgt. Man hat es also in seiner Gewalt, einem eingeschlossenen Präparat in den feinsten Nüancirungen Wasser zuzusetzen.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass die Gaswirkungen bei wechselndem Wassergehalt des Blutes verschieden ausfallen. Auf die Erfolge der Versuche wird im Capitel Blut zurückgekommen werden. Hier soll nur ein Beispiel gegeben sein, welchen Vortheil jetzt schon heizbare Gaskammern bieten können.

Es kann weiter sehr wünschenswerth werden, die Temperaturen innerhalb weiter Grenzen rasch schwanken zu lassen. Ich habe auch solche Versuche ausgeführt, und zwar, indem ich abwechselnd bald Eiswasser, bald warme Dämpfe durch einen Objectträger leite. Ich verwendete zu solchen Zwecken einen Objectträger aus Metall. Ein centrales Loch in demselben *C* Fig. VIII gestattet den Durchgang des Lichts, und das Präparat kann wieder

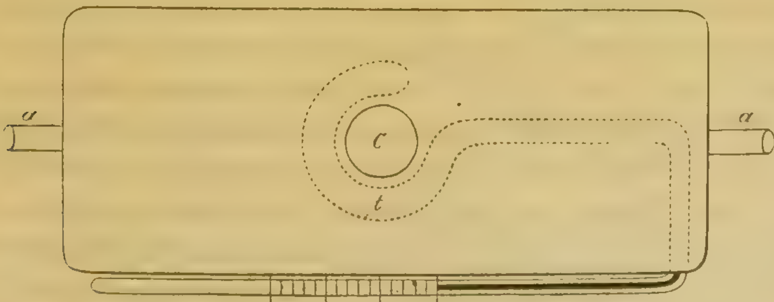


Fig. VIII. Objectträger aus Metall zur Durchleitung von Wasser und Dampf. *a a* Zuleitungsröhren. *t* Thermometer.

entweder auf einem aufgekitteten Deckgläschen oder so angebracht werden, dass das Loch in der Platte als Kammer dient. Die Platte selbst muss doppelblätterig sein, so dass zwischen den Blättern ein eben begrenzter Raum bleibt. An zwei gegenüberliegenden Stellen mündet dann je ein Röhrchen (*a* Fig. ix). An eines derselben wird ein Kautschukschlauch *b* angesetzt, welcher zur Dampfflasche *F* führt. Diese besteht aus einem Kölbchen, durch dessen Kork ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr gesteckt ist. Das freie Ende dieses Rohres wird nun mit dem Objectträger in Communication gesetzt. In diese Communication ist wieder ein Gabelrohr *g* eingeschaltet. Unter dem zur Hälfte mit Wasser gefüllten Kölbchen brennt eine kleine Flamme und erhält das Wasser in stetem gelinden Kochen. Die Dämpfe ziehen durch den senkrechten Balken des T-Rohres ab, weil dieser Weg den geringeren Widerstand bietet. Sobald man aber diesen schliesst, was durch ein Kautschukrohr und Sperrpincette leicht zu bewerkstelligen ist, streichen die Dämpfe durch den Objectträger und erwärmen ihn. Schiebt man die Flamme bei Seite, so saugt die Kochflasche an den Raum des Objectträgers und zieht in diesen atmosphärische Luft, oder wenn eine Vorlage mit Eiswasser bereit gehalten wird, auch dieses an, und bewirkt so eine rasche Abkühlung. Die Temperatur wird durch das in der Zeichnung ersichtlich gemachte Thermometer gemessen.


Fig. ix. Mittlerer Längsschnitt des metallenen Objectträgers. *C*, *a a*, *b* wie in Fig. viii.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei mikroskopischen Untersuchungen ist auch die Electricität. Brücke bediente sich bei seinen gewebsphysiologischen Untersuchungen eines mit Stanniol überzogenen Objectträgers, wie ihn die Abbildung Fig. x ersichtlich macht. Den Objectträger *S S* führte er auf zwei Kupferschienen *k*, die auf einem Tischchen *T* befestigt waren. Die Electroden wurden an die Schienen befestigt und das Object zwischen die Spitzen des Stanniolstreifens gebracht.

Die früher erwähnte Methode des Stromgebens zu Zwecken der Heizung kann auch den eben gedachten Zwecken dienen. In solchen Fällen braucht der Objectträger nur an seiner Oberfläche mit Stanniolstreifen belegt zu sein, in einer Form, wie es der Objectträger in Fig. x versinnlicht. Die auf Hartkautschukstiften ruhenden Federn dienen wie früher als Stromgeber. Die Entfernung der Stanniolstreifen von einander ist für den Erfolg des Stromes von Bedeutung. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die

Stanniolstreifenenden nicht weiter als einige Millimeter von einander abstehen sollen. Ich arbeite am liebsten so, dass ich beide Electroden an den Rändern des Gesichtsfeldes sehe; dann gewinnt man mit einem Male den Ueberblick, wie sich die Gewebe an jedem derselben und in der Mittellinie zwischen beiden verhalten. Es ist hier ausserordentlich wichtig, den Erfolg der Ströme unmittelbar an den Electroden und entfernt von ihnen zu sondern; denn unmittelbar an den Electroden macht sich mit dem Einbrechen des Stromes der Effect der Electrolyse geltend; die Gewebe werden zunächst so verändert, wie man

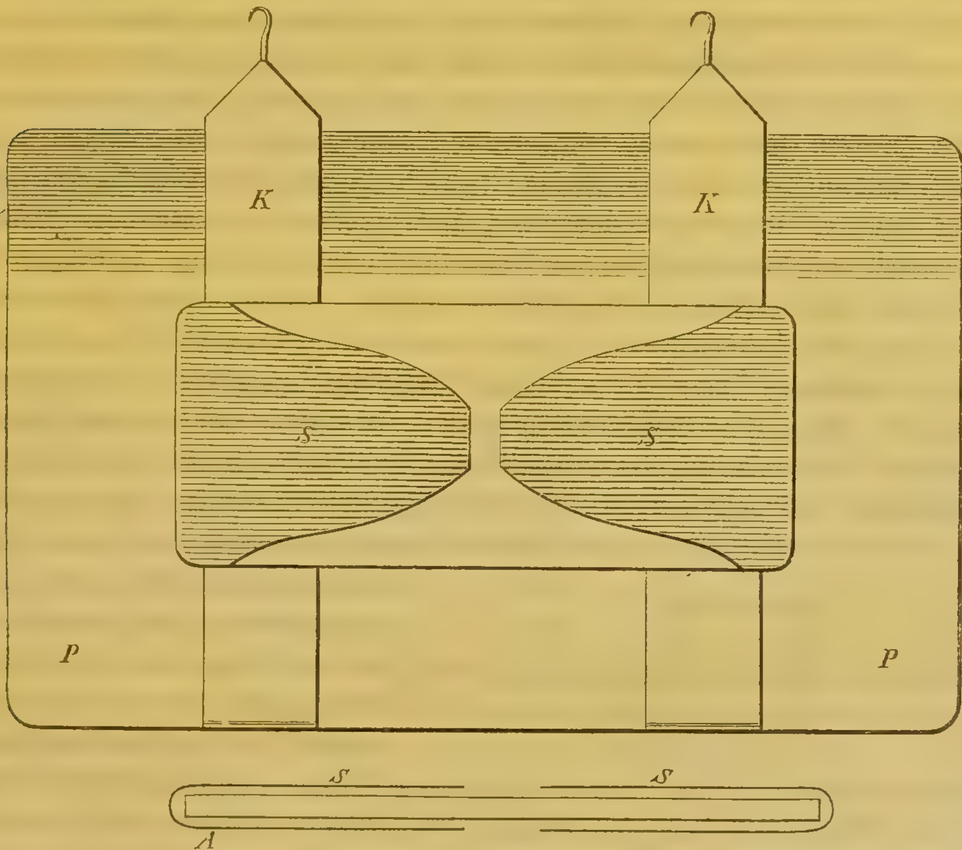


Fig. x.

sie sonst auch durch schwache Säuren oder Alkalien zu verändern vermag. Entfernter von den Electroden gehen aber auch Veränderungen vor sich, die nicht so auffällig sind, wie jene, welche durch die genannten chemischen Processe bedingt werden.

Die Effecte, welchen man trauen darf, müssen rasch nach dem Einbrechen des Stromes wahrgenommen werden, und nicht unmittelbar an den Electroden sein. Lässt man den Strom längere Zeit, etwa mehr als einige Secunden durch das Gewebe laufen, dann schreitet erstens das Product der Electrolyse über die ganze Bahn zwischen den Electroden fort, und zweitens wird die Intensität des Stromes ausserordentlich, oft bis auf Null reducirt, dadurch, dass sich die Pole mit Gasblasen bedecken. Aus diesem Grunde ist

die Anwendung constanter Ketten zu mikroskopischen Zwecken gar nicht zu empfehlen, denn mit dem Schlusse auch sehr schwacher Ketten tritt eine so stürmische Gasentwickelung ein, dass den weitern Effecten des Stromes gar nicht zu trauen ist. Viel geringer ist die Electrolyse schon bei den Inductionsströmen, die auch bis jetzt am häufigsten in Anwendung gezogen werden. Besonders empfehlenswerth ist hier die Anordnung einzelner Oeffnungs- oder Schliessungsschläge. Im Gegensatze zu den constanten Ketten sind aber die Schläge von Leydner Flaschen ausserordentlich zu empfehlen, weil hier die störende Entwickelung von Gasblasen bei der Plötzlichkeit des Stromes wegfällt.

Die Untersuchung von Geweben unter Einwirkung von Strömen ist nicht mehr mit solcher Eleganz auszuführen, wie das ursprünglich auf dem einfachen ebenen Objectträger möglich war. Schon der Umstand, dass die Stanniolstreifen auf dem Glase haften, machen die Fläche uneben und zwingen jedenfalls zu einer dicken Schichte, die bei starken Vergrösserungen das klare Absuchen hindern Ich ziehe es daher vor, die Versuche mit electrischen Strömen immer auch mit Versuchen an der Gaskammer zu verbinden. Ich kann hier nämlich den angedeuteten Uebelstand vermeiden. Indem ich den Raum eines zur Gaskammer hergerichteten Objectträgers durch einen Wall von weichem Glaserkitt umfasse, ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, die Electroden hart an das gegen die Gaskammer gerichtete Object zu führen und dennoch mit starken Vergrösserungen zu arbeiten. Ich lasse von der Oberfläche des Objectträgers von jeder Seite her schmale Stanniolstreifen auf den Wall von Kitt herantreten, bis an den innern Rand desselben (Fig. XI *s s*). Mein Deckgläschen trägt ferner zwei angekittete schmale Streifen von Stanniol (Fig. XI *s, s,*), welche in einer Achse des Deckgläschens laufend, in der Mittellinie einen Raum von einigen Millimetern zwischen sich fassen. An diese Stelle bringe ich mein Object und lege das Deckgläschen derart auf den Wall von Kitt, dass die Streifen des Deckgläschens auf die Streifen des Walles zu liegen kommen, und dann wird das Deckgläschen fest in den weichen Kitt eingedrückt. Die Kammer ist nun gedeckt, die electrische Leitung reicht bis an das Object und ist die Kette durch letzteres geschlossen; gleichzeitig liegt dieses unmittelbar am Deckgläschen, ist also für die stärksten Vergrösserungen zu verwerthen. Es bringt übrigens nicht geringen Vortheil, die Anwendung der Ströme mit Gasversuchen zu verbinden, weil man in der Lage ist, die chemische Wirkung des Stromes durch Gas zu neutralisiren und umgekehrt.



Fig. XI.

Beim Hereinbrechen des Stromes in das Gewebe wird Wärme frei. Ich habe die Temperatur für meine Anordnung des Inductionsstromes gemessen; sie beträgt bei ganz aufgeschobenem Schlitten 3° C. Arbeitet man mit einem nicht eingedeckten Bluttropfen unter einer starken Luftlinse, so beschlägt sich diese mit dem Einbrechen des Stromes. Es dauert dann eine Weile, bis die

Linse wieder klar wird. Ausserdem wird auch das Präparat sehr bald trocken. In Anbetracht dieser Erfahrung werden wir jedenfalls darauf achten müssen, welche Effecte der plötzlichen Erwärmung, und welche dem electrischen Strome als solchem zukommen.

Ein weiteres Hilfsmittel besteht in dem Wechsel der Flüssigkeiten eines mikroskopischen Objects. Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, dieses Hilfsmittel mit der Anwendung von Gasen zu combiniren. Ein reiner Versuch mit Flüssigkeitswechsel ist nur möglich, wenn sich das Object zwischen Objectträger und Deckgläschen befindet, dessen Ränder wenigstens an zwei entgegengesetzten Stellen nicht beölt sind; dann kann man an die eine Stelle des Deckglasrandes einen Streifen Filtrirpapier mit scharfgeschnittenem Rande anpassen, und an die andere die Flüssigkeit, welche man eben anwenden will, durch Röhrchen mit ausgezogener Spitze tropfenweise anbringen. So wie man an eine Stelle des Deckgläschens den Filtrirpapierstreifen anlegt, saugt er die Flüssigkeit des Präparates an sich. Es entsteht dann eine Strömung, welche in der Regel alles mit sich fortreisst, was nicht irgendwo fest haftet. Wenn man jedoch das Präparat einige Zeit zur Ruhe kommen lässt, dann gelingt es, durch vorsichtiges Anlegen eines sehr schmalen Streifens eine langsame Strömung der oberflächlichen Schichten einzuleiten, während die tieferen in Ruhe bleiben. Wenn einmal eine Flüssigkeitsschichte abgezogen ist, senkt sich das Deckgläschen, und zwar so lange, bis die tiefsten Schichten von Formelementen, welche eben am Objectträger haften, plattgedrückt sind, wenn sie nicht etwa zu resistent sind, um ein solches Plattdrücken möglich zu machen. So oft von der andern Seite ein neuer Tropfen herangebracht wird, steigt das Deckglas wieder in die Höhe. Es muss also bei solchen Versuchen die Schraube schnell gehandhabt werden, wenn man ein bestimmtes Object fixirt erhalten will. Nach der vorgezeichneten Methode kann man ein mikroskopisches Präparat in dem Sinne der Chemiker waschen. Lebende Formelemente vertragen eine solche Operation nur, so lange die Waschflüssigkeit eine sogenannte indifferente ist. Die Operation des Waschens kann aber grössere Dimensionen annehmen an abgestorbenen Geweben, an welchen man Reactionen und Waschungen hintereinander anstellen kann.

Man kann die Formelemente unter den Augen abtödten und dann noch weitere Reactionen einleiten. Man kann Wasser einleiten und zusehen, wie junge Zellen kugelig werden, wie in ihnen eine tanzende Bewegung der Körnchen eintritt, wie der Kern klar hervortritt, und wie sie endlich bersten. Bei der Anwendung von Säuren kann man an denselben Elementen das scharfe Hervortreten des Kerns, das Runzeligwerden desselben beobachten, während das, was den Kern umgiebt, an Schärfe der Contourirung büsst, blasser und allmählich unsichtbar wird. Formelemente mit harten Contouren kann man bei der Einleitung von Kalilauge unter den Augen quellen sehen. Man kann endlich gelöste Farbstoffe einleiten, und die allmähliche Färbung der Formelemente oder gewisser Bestandtheile derselben ansehen.

Zubereitung der Gewebe. Wenn die Bestandtheile des Gewebes, das sind die Formelemente, nicht mit einander zusammenhängen, sondern nur lose ohne Verkittung mit grösseren oder geringeren Zwischenräumen neben einander liegen, dann ist für ihre Untersuchung keine besondere Zubereitung nöthig. Man bringt eine kleine Menge auf den Objectträger und deckt sie mit dem Deckgläschen ein; findet man dann, dass die Elemente zu dicht aneinander liegen, dann setze man einen Tropfen Flüssigkeit zu. Es ist aber dabei in Betracht zu ziehen, dass es keine Zusatzflüssigkeit giebt, von welcher ausgesagt werden könnte, dass sie sich gegen alle frischen Gewebe indifferent verhielte. Man muss also für alle Fälle auf Veränderungen gefasst sein. Als indifferente Zusatzflüssigkeiten werden empfohlen Kammerwasser, Blutserum, Amniosflüssigkeit, in welcher etwas metallisches Jod [1] aufgelöst ist, Jodserum genannt und dann sehr verdünnte Lösungen von Neutralsalzen.

Sind die Formelemente schon früher durch andere Reagentien in ihren chemischen Eigenschaften verändert worden, haben sie beispielsweise in einer verdünnten Lösung von doppeltchromsaurem Kali oder Chromsäure gelegen, dann kann Wasser als Zusatzflüssigkeit angewendet werden. In Reagentien, welche eine Coagulation der Formelemente und in Folge dessen eine Erhärtung derselben bewerkstelligen, werden diese auch trübe. Um solche Elemente im durchfallenden Lichte mit Erfolg untersuchen zu können, wendet man stark lichtbrechende Flüssigkeiten an, welche, wenn sie in den trüben Körper eindringen, denselben durchsichtig machen. An die Anwendung solcher Mittel knüpfte sich ein bedeutender Fortschritt der mikroskopischen Technik.

Das stark lichtbrechende Mittel muss in dem Medium, in welchem die Gewebe früher lagen, löslich sein. Glycerin ist so ein stark lichtbrechendes Mittel und ist in Wasser löslich. Man kann daher Gewebe aus wässerigen Lösungen in Glycerin bringen, oder was dasselbe ist, Glycerin als Zusatzflüssigkeit zu dem mikroskopischen Präparate benützen. Terpentinöl ist noch stärker lichtbrechend, aber in Wasser nicht löslich. Man kann daher ein Gewebe aus wässerigen Lösungen nicht in Terpentin bringen. Alkohol ist aber sowohl in Terpentin als in Wasser löslich. Man bringt daher ein Gewebe, welches mit Terpentinöl getränkt werden soll, aus der wässerigen Lösung in absoluten Alkohol und aus diesem in Terpentin.

Hängen die Gewebe zu Membranen zusammen, dann kann man sie im frischen Zustande einfach ausbreiten, mit einem Tropfen indifferenter Flüssigkeit und dann mit dem Deckglase bedecken. Das gilt übrigens auch nur so lange, als die Membranen nicht zu dick sind.

Im Allgemeinen lassen frische Gewebe viel Licht durch und werden mit dem Absterben trübe. Will man daher todte Membranen auf dem Object-

---

1) Die Amniosflüssigkeit muss rein und nahezu geruchlos sein. Eine Spur von Fäulniss macht sie schon nicht empfehlenswerth. Der Zusatz von Jod soll die Flüssigkeit schwach weingelb färben.

träger ausbreiten und im durchfallenden Lichte ansehen, dann muss man, wenn sie nicht ausserordentlich dünn sind, stark lichtbrechende Flüssigkeiten anwenden. An sogenannten parenchymatösen Organen, wie Leber, Milz u. a., am centralen Nervensystem, an Knochen, kann man in der Regel weder im frischen noch im erhärteten Zustande etwas sehen, so lange man den Zusammenhang nicht stört. Man muss entweder kleine Stückchen zerzupfen, oder aber dünne Scheibchen schneiden.

A. Zupfpräparate. Solche werden auf dem Objectträger in einem sehr kleinen Flüssigkeitstropfen angefertigt. Es wird ein kleines Gewebsstückchen in den Flüssigkeitstropfen hineingebracht und dann mit zwei spitzen Nadeln erfasst und zerrissen. Faserige Gewebe werden aufgefasert, so weit als es das Sehvermögen des Präparators, die optischen Hilfsmittel mit inbegriffen, gestattet. Das Zerfasern frischer Gewebe gelingt aber in der Regel nicht so leicht, als an macerirten. Die Kittsubstanzen, welche die Formelemente verbinden, sind häufig zu fest und man zerreisst die letzteren leichter als die ersteren, daher man selten ganze Formelemente findet. Die Gewebe werden zu Isolationszwecken in macerirende Flüssigkeiten gebracht, damit eben die Kittsubstanz gelöst wird. Als solche werden angewendet Kalilösungen, Salpetersäure, doppeltchromsaures Kali, Müller'sche Flüssigkeit und in der neueren Zeit mit ausgezeichnetem Erfolge Jodserum. Zur Isolirung von Bindegewebsfibrillen werden Kalk- oder Baritwasser, zur Isolirung von quergestreiften Muskelfasern Maceration in sehr verdünnter Schwefelsäure bei einer Temperatur von 40° oder Kochen in einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure angewendet. Die feinste Technik des Zerzupfens muss bei der Isolirung von Nervenzellen mit ihren Fortsätzen zur Anwendung kommen.

B. Schnittpräparate. Nur in seltenen Fällen kann man thierische Gewebe in frischem oder macerirtem Zustande in so dünne Scheibchen schneiden, als es zu einer Untersuchung mit mittelstarken Vergrösserungen nothwendig ist. Davon machen nur Zähne, Knochen und Knorpel eine Ausnahme. Die Knochen können im frischen Zustande mit feinen Sägen in Scheibchen geschnitten, diese auf rauhen Glasplatten mit Schmirgel geschliffen und auf glatten Wetzsteinen polirt werden. Knorpel können ohne Zubereitung mit dem Scalpell geschnitten werden. Die Zähne sind zu brüchig für die Anwendung der Säge. Man bereitet daher Zähne so zu, dass man sie mit Siegellack auf einen Kork befestigt und auf einem Drehstein schleift. In der Regel muss man künstliche Härtungsmethoden anwenden. Die einfachste und schönste Härtung ist die in einer Kältemischung. Man bringt das zu untersuchende Gewebe in eine Platinschale und setzt diese in die Mischung; so wie das Gewebe festgefroren ist, schneidet man es mit gekühlten Messern. Ein zweites vielfach in Anwendung gebrachtes Erhärtungsmittel ist der Alkohol. Man bringt das Gewebe in kleinere Stückchen zertheilt in Fläschchen mit absolutem Alkohol und wechselt diesen im Verlaufe von einigen Tagen mehrere Male, je

nachdem das zu erhärtende Object einen grösseren oder geringeren Wassergehalt hat. Für hautartige Ausbreitungen wurde das Kochen in Essig häufig in Anwendung gezogen. Diese Methode ist aber jetzt von so vielen besseren ersetzt, dass man sie mit Fug auflassen darf. Wenn man die Gewebe schon durch Kochen erhärten will, dann wähle man eine Flüssigkeit, die aus acht Theilen Wasser, einem Theile Creosot und einem Theile Essig besteht, lasse das Gewebe darin zwei bis drei Minuten kochen, und lege es dann zum Trocknen. Nach zwei längstens drei Tagen bekommt es eine Consistenz, die es zu Durchschnitten in ausgezeichneter Weise eignet. Die dünnen Scheibchen werden dann mit etwas verdünnter Essigsäure behandelt, in welcher die Gewebe wieder aufquellen; endlich kann man den Durchschnitt in Wasser oder Glycerin untersuchen. Wenn die gekochten Präparate längere Zeit liegen, werden sie allmählich so hart, dass sie sich zum Durchschnitte nicht mehr eignen. Dieselben Uebelstände bringt die Methode des Trocknens. Viel zweckmässiger ist es schon, Gewebsstücke zu selchen. Die Formelemente werden indessen bei all diesen Härtungsmethoden nicht so schön erhalten, wie bei der Aufbewahrung der Gewebe in Flüssigkeiten. Ein Härtungsmittel von ganz allgemeinem Werthe ist die Chromsäure. Man wendet diese in Lösungen von 0,25—2% an, und bringt die Gewebe in möglichst frischem Zustande in einen grossen Ueberschuss der Säure. Haut und Schleimhäute, Darm, Harnblase, Conjunctiva werden schon nach wenigen Tagen schnittfähig; man kann übrigens den Process dadurch abkürzen, dass man das Präparat aus Chromsäure in Alkohol wirft und es dort vierundzwanzig Stunden lässt. Die Erhärtung von Gehirn und Rückenmark nimmt längere Zeit in Anspruch. In der Regel faulen aber dabei die grösseren Stücke im Centrum, während sie an der Oberfläche erhärtet werden. Man muss sie daher in kleine Stückchen zerschneiden. Auch hier kann die nachträgliche Anwendung von Alkohol grossen Nutzen gewähren. Aehnlich wie Chromsäure wirkt das doppeltchromsaure Kali, nur viel langsamer. Man erreicht in doppeltchromsaurem Kali oder in Müller'scher Flüssigkeit das erst nach Wochen, was man in Chromsäure in Tagen erreicht. Doch haben die ersteren Flüssigkeiten vor der letzteren den sehr grossen Vortheil, dass die Gewebe nicht brüchig werden. In neuerer Zeit wird auch die Ueberosmiumsäure und Chlorpalladium in sehr verdünnten Lösungen ($^1/_5$—$^1/_{10}$ %) als Erhärtungsmittel angewendet.

Es sind verschiedene Vorrichtungen bekannt geworden, mit Hilfe welcher man feine Durchschnitte machen kann. Es wäre unzweifelhaft ein bedeutender Fortschritt, wenn die Erzeugung derselben von der Fertigkeit der Hände unabhängig gemacht werden könnte. Bis jetzt aber haben diese Vorrichtungen noch nicht jenen Grad der Vollkommenheit erlangt, um ihnen allgemeinen Eingang zu verschaffen. Es wird also bis jetzt immer noch aus freier Hand geschnitten, und die Schönheit der Präparate hängt noch von der grösseren oder geringeren Kunstfertigkeit des Präparators ab. Man soll nur mit Messern der besten Kategorie und der höchsten Schärfe schneiden, und zwar Objecte, die durch

Kochen gehärtet sind, mit Scalpellen, Objecte, die in Flüssigkeit gehärtet sind, mit grossen flachen Klingen.

Die fertigen Schnitte können ohneweiters angesehen werden oder sie werden noch mit Nadeln zugerichtet, oder durch sehr häufiges Pinseln oder Klopfen mit dünnen Stäben, oder auch durch anhaltendes Schütteln in Probirröhrchen von anhaftenden oder eingelagerten Formelementen befreit, und dann erst angesehen. Wenn die Gewebe brüchig oder zu klein sind, um sie mit den Fingern zu fassen, oder Höhlungen haben, die man gerne conserviren möchte, oder Unebenheiten, Hervorragungen auf der Oberfläche, wie Zotten, Papillen, und man auch durch diese Schnitte führen will, dann bedient man sich der sogenannten Einbettungsmethode.

Das Einbetten beruht darauf, dass man ein Gewebe in eine flüssige Masse taucht, welche sehr leicht zum Erstarren gebracht werden kann, und zwar bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Man bedient sich zu dem Zwecke erstens einer Mischung von Wachs und Oel, und zweitens einer concentrirten Gummilösung. Die erstere wird so zubereitet, dass man in eine Porzellanschale über einer kleinen Flamme Wachs und Oel in gleichen Mengen einträgt. Das Mischungsverhältniss beider kann übrigens variirt werden; je nachdem es sich herausstellt, ob die Masse zu fest oder ob sie zu weich ist, wird mehr Oel oder mehr Wachs zugesetzt. Das Gewebsstück, welches eingebettet werden soll, muss früher in Alkohol gebracht werden und da so lange bleiben, bis es durch und durch infiltrirt oder richtiger gesagt, bis es so weit als möglich entwässert ist. Je nach der Güte des Alkohols nimmt dieser Process längere oder kürzere Zeit in Anspruch. Bei absolutem Alkohol und kleinen Gewebsstücken reichen nur wenige Minuten hin. Dann bringe man das Gewebstück in feines Nelkenöl. Es ist dieses dem früher fast allgemein angewendeten Terpentinöl weitaus vorzuziehen, seines angenehmen Geruches wegen, ferner weil es sich nicht so leicht verflüchtigt und endlich, weil auch die Consistenz der Präparate eine für die Schnittführung günstigere wird. Im Nelkenöl muss das Object so lange liegen bleiben, bis es durchscheinend wird. So lange noch opake Flecken an demselben zu bemerken sind, ist die Infiltration mit Oel nicht vollendet. Dann wird eine Düte aus Papier bereitet, diese mit flüssig erhaltener Mischung angefüllt und das infiltrirte Gewebstück in die Düte, resp. in die flüssige Mischung gebracht. Bevor die Masse erkaltet, überzeuge man sich noch einmal von der Lage des Objectes und wenn sie einmal fest und opak wird, dann zeichne man sich auf der Oberfläche der Wachsmasse die Lage desselben an. So wie die Masse vollkommen kalt ist, können die Schnitte ausgeführt werden. Die Marke dient dann als Wegweiser für die Schnittführung. — Die Schnitte selbst müssen vom Messer abgeschwemmt werden. Es handelt sich bei dieser Einbettung in der Regel um sehr zarte Objecte, die wenig festen Zusammenhang haben, und dünne Schnitte aus solchen können nicht mit Nadeln oder Pincetten angefasst werden. Mit dem Schnitte wird auch immer eine Schichte Wachs abgetragen, und

diese muss durch Terpentin auf dem Messer gelöst werden; erst dann wird das Präparat flott und kann ohne Weiteres auf den Objectträger oder in ein Schälchen geschwemmt werden. Soll das Präparat keiner weitern Procedur unterworfen werden, dann schwemme man es gleich auf die Mitte eines Objectträgers, trockne diesen bis auf die Stelle, wo das Präparat liegt, sorgfältig ab, bringe auf letzteres einen Tropfen Dammarfirniss und lege ein Deckglas darauf. Das Präparat ist damit vollkommen versorgt, es kann in solcher Weise untersucht und Jahre lang aufbewahrt werden. Die Einbettung in Gummi ist umständlicher; sie eignet sich aber für Stücke, welche viel Bindegewebe enthalten, viel besser als die Wachseinbettung. Das Präparat braucht nicht in Oel gebracht zu werden. Es kann einen Tag in gewöhnlichem Alkohol aufbewahrt werden, von da unmittelbar in eine Papierdüte gelegt, welche mit einer sehr concentrirten Gummilösung ausgefüllt wurde, und dann die ganze Düte wieder in Alkohol zurückgelegt werden. Im Laufe von zwei bis drei Tagen wird der Gummi eine Consistenz bekommen, die ihn zum Schneiden sehr geeignet macht. Ueber diese Consistenz selbst kann keine bestimmte Angabe gemacht werden; sie muss sich der Härte des Gewebes anpassen. Sehr weiche Gewebe werden sich besser schneiden lassen in einer Masse, welche nicht zu hart geworden ist und umgekehrt. Die Schnitte können dann mit Wasser abgeschwemmt werden. Dieselben können ferner gleich auf den Objectträger gebracht, mit einem Tropfen Glycerin bedeckt und so angesehen, oder aber noch einer weitern Procedur unterworfen werden. Will man für erstere Fälle das Präparat dauernd aufbewahren, so trockne man die Ränder des Deckgläschens von dem überfliessenden Glycerin ab und streiche an dieselbe eine Lackschichte, welche an der Luft erhärtet. Zu solchen Zwecken wird eine Auflösung von Asphalt in Terpentin als sogenannter Asphaltlack oder andere ähnliche Mittel in Anwendung gebracht. Die Aufbewahrung von Präparaten in Glycerin ist übrigens unverlässlich und man soll, wenn es nur immer angeht, jene in Dammarfirniss vorziehen. Schnitte, die aus Wasser kommen, können noch einmal in Alkohol und von Alkohol in Nelkenöl und von Nelkenöl in Damar gebracht und aufbewahrt werden.

Contouren, welche an den Präparaten von vornherein nicht sichtbar sind, können durch die Behandlung derselben mit Farbstoffen deutlich gemacht werden. Das Princip dieses Hilfsmittels liegt darin, dass verschiedene Bestandtheile der Gewebe sich mit den Farbstoffen verschieden schnell, oder dass sich mit diesen überhaupt nur gewisse Bestandtheile, andere gar nicht verbinden. › Die Gewebe werden in Lösungen der Farbstoffe getaucht, eine gewisse Zeit darin gelassen und dann gewaschen.

Die Concentration der Lösung steht c. p. im verkehrten Verhältnisse zu der Zeit, welche nöthig ist, um gewisse Erscheinungen hervorzurufen. Es ist deswegen zweckmässig, die Lösung sehr verdünnt zu nehmen, und dafür die Dauer der Einwirkung zu vergrössern. Je langsamer diese vor sich geht, um so mehr Spielraum ist für genaue Versuche gegeben.

Wir können die färbenden Reagentien in solche theilen, deren Lösungen im durchfallenden Lichte schon jene Absorptionsfarbe zeigen, welche dem Gewebe ertheilt werden soll, in solche, welche dem Gewebe eine von ihrer eigenen Absorptionsfarbe verschiedene ertheilen, und endlich in solche, deren Lösungen keine bestimmte Farbe absorbiren, wie wir uns ausdrücken, farblos sind.

In den beiden letzteren Fällen muss nach der Infiltration noch ein chemischer Process vor sich gehen.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist Carmin, dessen Lösungen in alkalischen Flüssigkeiten die dem Gewebe zu ertheilende Farbe haben, für den zweiten Fall Chlorgold, dessen Lösungen blassgelb sind, während das Gewebe durch diese gesättigt violett werden soll; für den dritten Fall endlich salpetersaures Silberoxyd, dessen Lösungen farblos sind, dennoch aber dunkelbraun färben. Die nachträgliche chemische Veränderung kann ohne weiteres Zuthun eintreten, oder es müssen diese noch besonders unterstützt werden. Die Gewebe in verdünnten Lösungen von Ueberosmiumsäure werden je nach ihren chemischen Eigenschaften früher oder später schwarz ohne jedes Zuthun. Die Gewebe, welche aus Silberlösungen kommen, müssen aber erst belichtet werden, um den chemischen Process, nämlich die Reduction einer Silberverbindung, einzuleiten.

Gerlach hat die Tinctionsmethode in die Wissenschaft eingeführt. Seine ersten Erfahrungen bezogen sich auf das Carmin. Heute ist die Zahl der färbenden Reagentien auf eine beträchtliche Zahl gestiegen. Man färbt mit Safrantinctur, mit Anilin, mit Indigcarmin, Hämatoxylin, Pikrinsäure, dann mit salpetersaurem Silberoxyd, mit Chlorgold, Chlorpalladium und Ueberosmiumsäure.

Wenn man frische Membranen in Chlorsilber oder Chlorgold baden will, thut man am besten, die Stücke aus dem lebenden Thiere zu schneiden und ohne weitere Zubereitung in die reine Lösung zu werfen. Dann lasse man die letztere, so lange als die Einwirkung dauern soll, an einem dunklen Orte stehen. Endlich hole man die Stücke mit spitz ausgezogenen Glasstäben aus der Lösung, spüle sie ab und setze sie der Belichtung aus.

Gewebsstücke aus Silberlösungen kann man in Wasser, in Alkohol oder in Glycerin werfen und dem Lichte aussetzen, oder aber man fertigt das Präparat zur mikroskopischen Untersuchung in Glycerin und lässt es vierundzwanzig Stunden liegen. Präparate aus Chlorgold bringe man nach der Imprägnation in schwach mit Essigsäure angesäuertes Wasser.

Soll die Wirkung eine tiefere sein, dann pinsle man die Membran, bevor sie abgetragen wird, mit einem feuchten Pinsel energisch ab. So z. B. das Centrum tendineum des Kaninchens von der Bauchhöhlen- und Brusthöhlenseite, die Cornea von der vorderen Fläche und trage sie erst dann ab.

Bei nicht hautartigen Ausbreitungen, bei Geweben also, welche erst zerzupft oder geschnitten werden müssen, um einer mikroskopischen Beobachtung zugängig gemacht zu werden, kann man das fertige Präparat auf dem Objectträger tingiren, daselbst waschen und dann lege artis eindecken.

Lösungen, welche nur auf frische Gewebe wirken, wie z. B. salpeter-

leicht zum Coaguliren gebracht werden kann und dann noch alle Vortheile bietet, die ein erhärtetes Gewebe bieten soll. Man wendet jetzt allgemein feinsten Leim an; man löst ihn in Wasser auf dem Wasserbade, färbt ihn, sobald er gelöst ist, durch Eintragen des vorher gelösten Farbstoffs und füllt die warme Masse in die zum Injiciren bereite Woulf'sche Flasche, welche ihrerseits wieder in einem warmen Wasserbade gehalten werden muss. Die Injection mit Leim ist ziemlich mühsam, wenn es sich um feine Wege handelt. Da erstarrt die Masse zu leicht. Man muss daher auch das zu injicirende Organ in einen warmen Raum, womöglich über ein Wasserbad bringen, welches neben dem früher genannten Wasserbade angebracht ist.

Als Farbstoff benützt man jetzt zumeist lösliches Berlinerblau und Carmin, den letzteren aber nicht vollkommen gelöst, sondern man präcipitirt einen Theil des durch ein Alkali gelösten Carmins durch schwaches Ansäuren wieder. Ausserdem wendet Thiersch, dessen transparente Injectionen ein Muster dieser Technik sind, noch transparentes Gelb und Grün an. Das erstere stellt er aus einfach chromsaurem Kali und salpetersaurem Bleioxyd, das letztere aus einer Mischung dieses Gelb mit Blau dar. Wenn die Leiminjection vollendet ist, müssen die offenen Gefässe abgebunden werden und das Organ in eine weithalsige Flasche mit Alkohol, ohne gedrückt zu werden, eingeführt und aufgehängt werden. Um den Uebequemlichkeiten der warmen Injection zu entgehen, schlägt Beale eine kalte Masse vor, bestehend aus dem Farbstoffe, Wasser, Glycerin und Spuren von Salzsäure. Die fertig injicirten Organe werden in absoluten Alkohol gelegt und dann in derselbe Weise behandelt, wie die früher genannten. Die Injectionen mit kalter Masse sind sehr bequem, die Gefässe bekommen auch eine sehr schöne Farbe, aber man muss auf einen Körper, auf eine gewisse Plastik derselben verzichten.

Eine sehr bedeutende Rolle in der Injectionstechnik spielen endlich die Selbstinjectinnen. Für das Gefässsystem der Frösche ist diese Methode seit lange in Gebrauch. Man sticht ein mit Farbstoff gefülltes ausgezogenes Glasrohr in die Hohlvene und lässt das Herz selbst pumpen. Kühne und Chrzonszczewsky haben die Gallenwege lebender Thiere durch Farbstoffe selbst injiciren lassen, welche sie in die Jugularis eingespritzt hatten. Toldt hat endlich in der neuesten Zeit nach einer ähnlichen Methode die Lymphbahnen injicirt.

Bei den Gallenwegen wurde aber ein gelöster Farbstoff (Indigcarmin) angewendet, um durch die Leberzellen in die Gallenwege geleitet zu werden. Bei den Lymphbahnen aber wurde ein körniges Pigment in das Blut geführt und zwar Anilin, welches aus einer alkoholischen Lösung durch Wasser gefällt wurde.

An die Anwendung körnigen Pigments knüpft sich noch die in neuester Zeit wichtig gewordene Fütterungsmethode. Davon wird im ersten Capitel dieses Buches ausführlicher gesprochen werden.

Capitel I.

Allgemeines über die Zelle.

Von

S. Stricker.

Selbständigkeit der Zellen. Im Jahre 1835 leitete JOH. MÜLLER einen Aufsatz über Organismus und Leben[1] mit folgenden Worten KANT's ein: »Die Ursache der Art der Existenz bei jedem Theile eines lebenden Körpers ist im Ganzen enthalten, während bei todten Massen sie jeder Theil in sich selbst trägt.«

Es erhellt daraus zur Genüge, welche Rolle man damals vom Standpunkte des Biologen den mikroskopischen Gewebsbestandtheilen zuschreiben mochte. Man unterschied unter dem Mikroskope Fasern, Zellen, Kugeln und Körnchen, und man stellte sich vor, dass diese Gebilde in ihrem Wachsthume nicht selbständig, sondern von den Gefässen beeinflusst seien; man unterschied sie deswegen von den pflanzlichen Geweben, denen ein selbständiges Leben zukommt.

Einzelne Erfahrungen haben indessen dahin geführt zwischen Pflanzen und Thierzellen Vergleiche anzustellen. So wies JOH. MÜLLER auf die Aehnlichkeit der Zellen der Chorda dorsalis mit Pflanzenzellen, ferner VALENTIN, als er die Kerne der Epidermiszellen entdeckte, auf die Aehnlichkeit jener mit den Kernen der Pflanzenzellen hin.

Einen entscheidenden Schritt vorwärts machte HENLE[2] durch den Nachweis, dass die Oberhautzellen von den unteren Schichten gegen die oberen hin an Durchmesser zunehmen. Es war damit ein Wachsthum ohne Gefässvermittelung bekannt geworden.

SCHWANN[3] hat die einzelnen Vergleiche und Hinweise von Thier- auf Pflanzenzelle durch einen weittragenden principiellen Ausspruch überholt. Die Thierzellen, sagte SCHWANN, sind den Pflanzenzellen durchaus analog, die Thierzellen sind selbständig in ihrem Wachsthume wie diese; die Gefässe

---

1 Physiologie I. 1835. 2) Symb. ad. anat. vill. intest. Berlin 1837.
3 Mikroskop. Untersuchgn. 1839.

des Thierleibes veranlassen nur Unterschiede in der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit.

Joh. Müller[1] hat sich diesem Ausspruche unbedingt angeschlossen. Seine Aeusserung, dass Schwann's Arbeiten das Bedeutendste enthalten, was bis dahin auf dem Gebiete der Histologie geleistet worden sei, hat gewiss nicht wenig dazu beigetragen diesen Arbeiten raschen Eingang zu verschaffen.

Virchow verglich schon den Gesammtorganismus mit einem freien Staate gleichberechtigter wenn auch nicht gleichbegabter Wesen. Die Anschauung über die biologische Bedeutung der Gewebsbestandtheile, speziell der thierischen Zelle war somit eine vollkommen andere geworden.

Der Anstoss zur weiteren Ausbildung solcher Ideen kam von den Untersuchungen der niederen Thierformen. Dujardin[3] hatte im Jahre 1835 an niederen Thieren eine bewegungsfähige contractile Substanz entdeckt; er nannte sie Sarkode. Die fesselnden Erscheinungen, welche die lebende Sarkode bietet, haben die Aufmerksamkeit vieler Forscher wie Meyen[4], Huxley, Max Schultze, Joh. Müller u. a. auf sich gelenkt; sie wurde als eine nur den niederen Thieren eigenthümliche contractile Substanz betrachtet, und man schrieb ihr eine ohne Nerven vermittelte Reizbarkeit zu[5]. Meyen's Versuch, die Infusorien als einzellige Organismen aufzufassen wurde zwar zurückgewiesen, aber man wusste doch, dass ein Klümpchen Sarkode ein für sich lebendes selbständiges Individuum sein kann.

Die Entdeckung Siebold's[6], dass die Dotterkugeln der Planarieneier wechselnde Zusammenziehungen und Ausdehnungen zeigen, welche unter passendem Schutz Stunden lang andauern, und alle darauf folgenden Entdeckungen über ähnliche Bewegungen oder Formveränderungen der farblosen Blutzellen der Pigmentzellen ct. haben schon Kölliker[7] veranlasst, die Vermuthung auszusprechen, dass der Inhalt aller Zellen contractil sei.

Bestimmter hat sich darüber Virchow[8] ausgesprochen, indem er die Flimmerbewegung auf Rechnung einer contractilen Substanz setzt. Er schloss dies aus der Entdeckung, dass unter Umständen diese Bewegungen durch verdünnte Lösungen fixer Alkalien nach dem Erlöschen wieder anzuregen sind.

Leydig[9] wies auf die Bedeutung hin, die der Nachweis hätte, dass die Bewegungen der Dotterkugeln, wie sie Ecker auffasst, Lebenserscheinungen sind.

Kühne[10] stellte vergleichend physiologische und chemische Studien an zwischen Muskelsubstanz und Sarkode und parallelisirte die Reizbarkeit beider sowie ihre Veränderungen beim Absterben.

Bei alldem wurde aber die Sarkode als ein von den thierischen Zellen verschiedener, als ein Körper sui generis aufgefasst.

1) Jahresb. 1839. 2) Ann. d. sciences nat. Tom. VII.
3) Ann. d. sciences. Tom. nat. III. u. V.
4) s. einschlägige Liter. in: E. Haeckel die Radiolarien 1862.
5) Vgl. Max Schultze Organis. d. Polythalamien, 1854. 6) Froriep. Notizen Nr. 380. p. 85.
7) Würzb. Verh. Bd. VIII. 8) Arch. Bd. V. 9) Handbuch der Histologie 1856.
10) Müll. Arch. 1859. p. 817.

Erst Max Schultze[1] hat gezeigt, dass die Sarkode analog ist dem Körper oder Inhalte der thierischen Zelle, dass demgemäss die selbständig lebenden Infusorien einfache oder zusammengesetzte (verschmolzene) Zellen sind.

Dadurch hat Schwann's Lehre eine Erweiterung erfahren. Die Zelle war nach der jetzt gewonnenen Auffassung das typische Formelement nahezu der ganzen organisirten Schöpfung.

Die vorhergegangenen Arbeiten über die contractile Sarkode konnten jetzt für die Lehre von den thierischen Zellen verwerthet werden. Die erneuten Parallelarbeiten endlich über Sarkode und Pflanzenprotoplasma einerseits und thierische Zellen andererseits, wie sie durch E. Brücke[2], E. Haeckel[3], Max Schultze[4] und W. Kühne[5] aufgenommen worden, haben die Lehre von dem selbständigen Leben der Zellen in dem kurzen Zeitraume mehr gefördert als die vorhergegangenen zwei Decennien.

Brücke, welcher die Zellen als Elementarorganismen anspricht, giebt den Ideen, deren Entwickelung hier flüchtig skizzirt wurden, folgenden treffenden Ausdruck.

»Bedenken wir, sagt er, wie complicirt die mechanischen Einrichtungen sein müssen, welche den selbständigen Bewegungen der Zellen zu Grunde liegen, und bedenken wir, dass wir bis jetzt nur die mittelst des Mikroskops wahrnehmbaren Bewegungen berücksichtigt haben, dass wir noch keine Rücksicht genommen haben auf Einrichtungen, vermöge welcher sich der kleine Organismus ernährt, wächst und seines Gleichen erzeugt, auf die Einrichtungen, vermöge welcher er spezifische Wirkungen ausübt. Bedenken wir dies alles, so müssen wir anerkennen, dass wir es mit Organismen zu thun haben, deren Complication wir zwar insofern nicht mit der der Thiere vergleichen können, als wir bis jetzt kein Recht haben anzunehmen, dass sie sich wieder aus zahllosen kleinen Organismen zusammensetzen, von denen wir aber immerhin zugeben müssen, dass sie einen höchst kunstvollen Bau darstellen, dessen wesentliche architectonische Elemente unserem Blicke bis jetzt vollständig entzogen sind.«

Zellenschema. Johannes Müller hatte nachgewiesen, dass die Zellen der Chorda dorsalis mit eigenthümlichen Wänden versehen seien. Schwann hat in solchen Zellen (Frosch) die Kerne entdeckt, und wurde dadurch zuerst auf die Analogie zwischen Thier- und Pflanzenzellen geführt. Hier war eine von einer Wand begrenzte Höhle und in dieser ein Kern.

Es ist unter den thierischen Geweben kaum ein Bild anzutreffen, welches einladender wäre zum Vergleiche mit dem was die Botaniker Zellen nennen (siehe pag. 5).

Alle thierischen Zellen sollten nun nach demselben Schema gebaut sein,

1) Müll. Arch. 1861. p. 17.
2) Elementarorganismen, Wien. Sitzungsb. 1861.
3) l. c.
4) Protopl. d. Rhizopoden, Lpzg. 1863.
5) Protoplasma und die Contractilität. Lpzg. 1864.

nämlich eine Wand besitzen, welche eine Höhle abgrenzt: in der Höhle sollte ein flüssiger Inhalt und ein Kern liegen. Wo man die Membran nicht sah. wurde sie erschlossen, oder angenommen. An der Eizelle war die Membran von Krause [1] aus den doppelten Contouren erkannt worden. Sonst aber wurde diese Art der Beweisführung nicht strenge gehandhabt. Die Membranen der Blutkörperchen glaubte C. H. Schultz aus ihrem Verhalten gegen Wasser erschliessen zu dürfen. Da quellen nemlich die Blutkörperchen auf, werden kugelig, und er glaubte, dass in diesen Kugeln der Kern herumrolle.

Die Eiter- oder Schleimkörperchen endlich hatten auch für Schwann keine nachweisbaren Membranen, aber als runde Kügelchen mit einem Kern glaubte er sie für Zellen halten zu dürfen, weil dies die Elementarform aller thierischen und pflanzlichen Zellen ist

Mit dem Schwann'schen Prinzipe der Analogie von Thier- und Pflanzenzelle fand auch das Schema Eingang.

Die vereinzelten Widersprüche gegen dieses allgemeine Schema blieben wirkungslos, so lange mit demselben auch die ganze Lehre Schwann's bekämpft wurde, wie es z. B. bei Arnold [2] der Fall war.

Mit Sicherheit und auf dem Boden der Schwann'schen Errungenschaften hat Leydig [3] das erwähnte Schema verlassen. Er sagt: der Inhalt der Zellen ist von höherer Dignität, als die Membran, jene ist das Substrat für die sensiblen und irritiblen Processe. Zum Begriffe einer Zelle fordert er nur ein Klümpchen Substanz, das einen Kern einschliesst. Die Zellenmembran ist nach ihm nur mehr die erhärtete Grenzschicht der Zellensubstanz.

Es gelang aber erst Max Schultze die Histologen dem Bläschenschema dauernd abwendig zu machen. Bei Max Schultze hat sich an die neue Definition der Zelle, wie schon hervorgehoben wurde, eine Erweiterung der Schwann'schen Lehre geknüpft. Max Schultze definirte die Zelle gleichfalls als ein Klümpchen Substanz (Protoplasma) mit einem Kerne. Das Gewicht dieser Definition lag aber nicht darin, dass die Membranen vieler Zellen geleugnet wurden; das ist vor Max Schultze häufig mit grösserem oder geringerem Erfolge geschehen. Das Wesentliche lag darin, dass die Uebereinstimmung des sogenannten Zellinhalts mit der thierischen Ursubstanz oder Sarkode erkannt wurde.

Man war dadurch auf dem Wege der Ergründung des Lebens zwar wenig vorwärts gekommen. Man wusste so wenig von den Vorgängen in der lebenden Substanz als man von den Vorgängen im Bläschen wusste; ja vielleicht noch weniger, da man sich für das Bläschen alles mit der Diffusion zurecht machte, und man nun anscheinend gezwungen war, die Vorgänge anders zu erklären. Mit dem reizbaren selbständigen Thiere aber war man vertraut. nicht so mit dem reizbaren, selbständigen und doch auf Diffusionskost gesetzten Bläschen. Die Begriffe lebender Zellleib oder Elementarorganismus (Brücke

1) Müll. Arch. 1837. p. 139. 2) s. dessen Anatomie 1845. I. Band. p. 144. 3) l. c.

haben den Biologen ausserordentlich befriedigt, gerade so, als es uns befriedigt zu hören, dass ein Geräusch in unserer Schlafkammer, über dessen geheimnissvolle Ursache wir lange vergeblich speculirt haben, von einem uns bekannten Gegenstande herrührt.

Solche Membranen der thierischen Zellen, welche nicht aus dem Vorhandensein doppelter Contouren erschlossen werden konnten, wurden von einsichtigen Histologen mit dem Primordialschlauche der Pflanzenzellen und nicht mit der Cellulosenhülle verglichen. Die Botaniker unterscheiden nämlich an der Pflanzenzelle eine Cellulosenhülle, nach innen von dieser das Protoplasma (H. v. MOHL[1]), welches den Kern und den festen und flüssigen Zellinhalt einschliesst. Das Protoplasma sollte nun nach aussen, da wo es an die Cellulosenwand grenzt, von einer sehr dünnen Membran, dem Primordialschlauche, umgeben sein. PRINGSHEIM[2] hat aber gezeigt, dass ein solcher Primordialschlauch nicht existirt, sondern dass an der Innenfläche der Cellulosenwand das Protoplasma liegt. Der Name Protoplasma wurde schon von REMAK für den Inhalt der Thierzelle in Anwendung gebracht. MAX SCHULTZE schlug vor den lebenden Zellleib so zu benennen, und seit damals wird der Ausdruck Protoplasma in unserer histologischen Literatur sehr häufig gebraucht.

MAX SCHULTZE[3] geht in der Begründung seiner Definition von den embryonalen Zellen aus.

»Die wichtigsten Zellen, sagt er, diejenigen, in welchen sich das Grossartige des Zellenlebens, eine unbeschränkte Macht in Betreff der Gewebebildung am klarsten abspiegelt, sind offenbar die aus der Theilung der Eizellen hervorgegangenen Embryonalzellen. Sie sind es, die wir als das wahre Urbild von Zellen ansehen können, und an diesen ist eben nichts weiter aufzufinden, als ein Klümpchen Protoplasma und ein Kern. Der Kern sowohl, als das Protoplasma sind Theilproducte der gleichen Bestandtheile einer anderen Zelle. Die Zelle führt ein in sich abgeschlossenes Leben, dessen Träger vorzugsweise das Protoplasma ist, obgleich auch dem Kern jedenfalls eine bedeutende, freilich bis jetzt nicht näher zu bezeichnende Rolle zufällt. Das Protoplasma ist zunächst nach aussen durch nichts weiter abgeschlossen, als dadurch, dass es sich mit dem umgebenden Medium nicht mischt, und durch die Eigenthümlichkeit, mit dem Kern ein Ganzes zu bilden. Auf der Oberfläche des Protoplasma kann sich aber aus demselben eine chemisch differente Membran bilden, und man könnte die Behauptung vertheidigen, dass dies ein Zeichen beginnenden Rückschritts sei. Eine Zelle mit Membran kann sich als Ganzes nicht mehr theilen, nur das in die Membran eingeschlossene Protoplasma theilt sich. Eine Zelle mit einer vom Protoplasma chemisch differenten Membran ist wie ein enkystirtes Infusorium.«

BRÜCKE[4] geht in der Definition der Zelle noch weiter und sagt, es sei nicht erwiesen, dass der Kern zum Begriff einer Zelle unerlässlich sei.

BRÜCKE stützt sich hauptsächlich darauf, dass bei den Kryptogamen Zellen bekannt sind, in welchen keine Kerne wahrgenommen werden. »Wir haben,

1) Vermischte Schriften botan. Inhalts 1845. 2) Bau u. Bildung d. Pflanzenzellen 1854.
3) l. c. p. 8. 4) Die Elementarorganismen. p. 18—22.

sagt er, weder über die Entstehung noch über die Function der Kerne irgend welche positive Kenntniss, ja selbst die Constanz seines Vorkommens scheint wesentlichen Einschränkungen unterworfen zu sein, wenn man die Zellen der Kryptogamen mit in Betracht zieht, und nicht von vornherein voraussetzt, dass der Kern auch da, wo man ihn nicht sieht, dennoch vorhanden sein müsse.«

Bei der strengsten Erwägung der einschlägigen Erfahrungen gewinnen Brücke's Zweifel sehr vielen Halt.

Max Schultze[1] hat im adriatischen Meere eine kernlose Amoebe (Am. porrecta), E. Haeckel im Mittelmeere einen grösseren kernlosen[2] Protisten (Protogenes primordialis) entdeckt und Cienkowsky[3] endlich hat zwei kernlose Monaden, nämlich Monas amyli und Protomonas amyli, beschrieben. Haeckel sagt von seinem Protisten aus, dass dieser sich durch Theilung vermehre.

Es ist ferner eine durch Baer bekannt gewordene Thatsache, dass im befruchteten Eie das Keimbläschen, das ist der Kern der Eizelle, schwindet, und dass die Fortentwickelung mit einer neuen Kerngeneration beginnt. Für das Froschei muss ich mich den aufgetauchten Zweifeln gegenüber entschieden an Baer anschliessen. Ich habe eine grosse Anzahl vergleichender Untersuchungen angestellt zwischen befruchteten und unbefruchteten Eiern und nach derselben Methode bei den letzteren in der Regel das Keimbläschen, bei den ersteren aber entweder eine Höhle oder keine Spur auch nur der Lage des Bläschens angetroffen.

Die Eier höher organisirter Thiere durchlaufen bekanntlich sehr verschiedene Entwickelungsstufen oder Höhen, bis sie den Zustand erreichen, auf welchem sie ihr Leben beschliessen. Die aufsteigenden Entwickelungsstufen lassen sich ohne Zwang mit den aufsteigenden Organisationsstufen der jetzt lebenden Thierwelt vergleichen. Es liegt uns daher nahe anzunehmen, dass der Anfang der Entwickelung der niedersten Thierform entspreche. Die kernlosen Kryptogamen, die kernlosen Protisten, welche jetzt bekannt sind, sprechen lebhaft für eine solche Analogie.

Wollen wir daher consequent sein, wollen wir uns nicht vorstellen, dass die kernlosen niederen Thier- und Pflanzenkörper und die befruchtete Eizelle eine besondere Stellung einnehmen, eine Stellung, welche in das die ganze übrige organisirte Schöpfung umfassende Prinzip nicht hineinpasst, dann müssen wir den Kern aus dem Schema für einen Elementarorganismus fortlassen. Wir müssen also fortan Formelemente höherer Thiere oder selbständig lebende Körperchen mit dem historischen Namen Zellen ansprechen, auch wenn wir an ihnen nichts mehr entdecken, als ein Klümpchen thierischer Ursubstanz, oder Protoplasma. Principiell wird daran nichts geändert werden, auch wenn nachgewiesen wird, dass der Kern, da wo er vorhanden ist, eine ausserordentlich wichtige Rolle spielt.

---

1) Organis. d. Polythalam. 1854.
2) Zeitschr. f. w. Zoolog. 1865. Bd. XV.
3) Max Schultze, Arch. 1865.

Ich [1] habe gezeigt, dass kernlose Protoplasmastückchen, die vermuthlich nur Reste von Zellen ausmachen, noch Lebenserscheinungen bieten können.

Ich weiss jetzt auch, dass an anderen Orten, wo viele junge Zellen beisammen sind, auch abgerissene Stücke vorkommen etwa von der Grösse eines Kernkörperchens, die, wenn sie auf der Objectplatte festsitzen, sehr lebhafte Bewegungen ausführen können, und dies namentlich thun, wenn man die Objectplatte auf 38°—40° erwärmt.

Dürfen wir nun in Consequenz unserer Definition auch diese Klümpchen als Zellen betrachten? Und werden wir folgerichtig diesen Namen auch allen kleinsten Theilchen beilegen, die wir, mit noch besseren Instrumenten bewaffnet, wahrnehmen und als selbständig bewegungsfähig erkennen werden? Bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse werden wir das sicherlich nicht thun. Wir werden solche Klümpchen als lebende oder organisirte Materie ansprechen, und werden das ohne Rücksicht auf die räumliche Ausdehnung so lange thun, als unsere optischen Hilfsmittel es gestatten, die zu solcher Aussage nöthigen Beobachtungen zu machen.

Zellen aber werden wir diese Klümpchen nicht nennen, ebensowenig als wir das ausgeschnittene Herz einer Schildkröte mit dem Namen des ganzen Thieres belegen. Damit wir ein isolirtes Klümpchen lebender Materie eine Zelle nennen, müssen wir daran die ganze Gruppe von Erscheinungen wahrnehmen, welche ein selbständiges Thierindividuum, einen selbständigen Organismus charakterisiren.

Physiologische Eigenschaften der Zellen. Die contractile Substanz oder das Protoplasma erscheint uns bei den besten optischen Hilfsmitteln gesehen gleichartig, ohne Structur. Es kommt aber selten rein vor; häufig trägt es kleine Körperchen eingebettet, welche entweder von aussen hineingelangt oder durch chemische Processe in ihm entstanden sind.

Wenn das Protoplasma viele farbige Körperchen enthält, nennt man die entsprechende Zelle eine Pigmentzelle. Wenn es Fettkügelchen trägt, eine Fettkörnchen- oder Körnchenzelle. Die Anwesenheit kleiner farbloser, matter oder glänzender Körnchen charakterisirt man dadurch, dass man die Zelle als granulirt bezeichnet, und dann unterscheidet man noch grobkörnige und feinkörnige.

Bei Anwesenheit anderer Körper führt man die Bezeichnung des enthaltenen Körpers besonders an. So spricht man von Amylum oder verwandte Körper haltigen Zellen u. s. f.

Seitdem wir durch die Untersuchungen Häckel's (siehe p. 12) wissen, dass fremde Körper in das Protoplasma eindringen können, müssen wir alles Fremdartige in den Zellen auf seine Herkunft prüfen. Wir müssen entscheiden, ob ein Körper, der in der Zelle liegt, durch einen chemischen Process daselbst entstanden oder von aussen hineingelangt ist. Wenn Farbstoffe als feste Körnchen künstlich

1) Ueber contractile Körper in der Milch. Wiener Sitzungsberichte 1866.

eingeführt werden, ein Verfahren, welches Recklinghausen, Max Schultze, Billroth, Cohnheim u. a. zu glücklichen Experimenten angewendet haben, dann ist die Entscheidung, woher der Farbstoff in den Zellen rühre, durch den Versuch selbst gegeben. Schwieriger ist es zu entscheiden, woher solche in Zellen eingebettete Körper stammen, welche ohne Zuthun des Experimentators darin gefunden werden. Solche Entscheidungen können ausserordentlich wichtig werden. Seit Preyer gezeigt hat, dass Stücke von rothen Blutkörpern durch amöboide Zellen des Frosches gefressen werden können, werden wir beispielsweise die Anwesenheit rother Körperchen in farblosen Blutkörpern nicht ohne Weiteres als einen Beweis dafür ansehen, dass die ersteren in den letzteren entstanden sind.

Die Consistenz des Protoplasma variirt zwischen ziemlich weiten Grenzen. Es kann sich tropfbaren Flüssigkeiten ähnlich verhalten, es kann in kleinen Mengen Kugelform annehmen; es kann sich wie gallertartige Körper auf der Unterlage ausbreiten; es kann sich zu resistenten Klümpchen ballen.

Man kann daher von dem Protoplasma nicht sagen, es ist flüssig, auch nicht, es ist fest, oder es ist gallertartig. Sein Aggregatzustand ist einem häufigen Wechsel unterworfen, und keine der üblichen Bezeichnungen ist für alle Fälle richtig.

Man bezeichnet das Protoplasma als eine lebende Substanz; dieses Merkmal gründet sich auf eine Summe von Erscheinungen, welche wir erfahrungsgemäss an lebenden Thieren wahrnehmen können: Es sind dies active oder freiwillige Bewegung, Ernährung und Wachsthum und die Erzeugung ihres Gleichen.

Die Bewegung der Zellen ist eine direct wahrnehmbare Erscheinung. Die Veränderungen, aus welchen sie erschlossen werden, laufen in so kurzen Zeiträumen ab, dass wir ihnen mit den Augen folgen können. Das Wachsthum der Zellen geht schon nicht in so kurzen Zeiträumen vor sich, dass man die entsprechenden Veränderungen direct beobachten könnte. Auch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Zellen unter dem Mikroskope in so geeignete Verhältnisse zu bringen, dass ein Wachsthum direct wahrgenommen werden könnte. Wir müssen daher diese Erscheinung aus Vergleichen erschliessen.

Ueber die Nahrungsaufnahme einzelliger Thiere liegen einzelne directe Beobachtungen vor. Man kann wahrnehmen, wie sie fremde Körper, Nahrungsmittel in ihren Leib einnehmen, und man kann auch einigen Veränderungen des Eingenommenen folgen. Ueber die Ernährung der Zellen zusammengesetzter Thierleiber ist eine directe Beobachtung schwer ausführbar, weil ihnen die Nahrung in Form von Lösungen durch die Säfte des Thierkörpers zugeführt wird. Die Vorgänge über das Eindringen der gelösten Stoffe entziehen sich aber unserer Beobachtung.

Die Erzeugung ihres Gleichen beruht auf zwei getrennten Prozessen. Erstens auf dem Wachsthum der Mutterindividuen und zweitens auf der Isolirung der Tochterindividuen (Geburt). Nur die Letztere ist einer directen Beobachtung zugängig, und in der Regel wird auch nur diese verstanden, wenn von der Zeugung die Rede ist.

Bewegungen der Zellen. Man schliesst auf eine Bewegung der Protoplasmakörper aus gewissen Bewegungen der Körnchen, welche in dem Protoplasma liegen, oder aus gewissen Veränderungen der äusseren Form desselben.

Die Bewegung der Körnchen in den Zellen ist in jedem Falle eine passive. Es bewegen sich die Körnchen, welche von aussen in das Protoplasma hineingelangen, ebenso wie diejenigen, welche in demselben entstanden sind, wenn sie nicht etwa zu schwer sind, um von den Kräften, welche in Betracht kommen, bewegt zu werden.

Die Körnchenbewegung ist entweder eine fortschreitende oder eine schwingende.

Die fortschreitende ist wieder zweierlei Art; erstens eine relativ langsame Verschiebung entsprechend und folgend den Formänderungen der Zelle.

Engelmann [1] theilt darauf bezüglich mit, dass er an den Hornhautkörperchen beobachtet habe, wie die von den zuerst bewegten Körnchen rückwärts gelegenen nach einander in die Bewegung eintreten, und beruft sich dabei auf eine ähnliche Beobachtung Hofmeister's an den Plasmodien der Myxomyceten.

Zweitens eine schnellere, fliessende Bewegung, welche die wahrnehmbaren Formveränderungen des Protoplasma an Geschwindigkeit weit übertreffen.

An den Sarkodefäden, welche die Foraminiferen durch die Schalenöffnungen aussenden, schildert Max Schultze die Körnchenbewegung als ein Gleiten, ein Fliessen der in die Fadensubstanz eingebetteten Körnchen. [2] »Wie auf einer breiten Strasse die Spaziergänger, so wimmeln auf einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Laufe still und kehren dann um; die meisten jedoch gelangen bis zum äussersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung.« Es wird nicht daran gezweifelt, dass diese fortschreitenden Bewegungen von den Lebensvorgängen in den Zellen abhängen. Wir kennen in nicht organisirten Körpern keine ihr analoge Erscheinung.

Die schwingende Bewegung der Körnchen erinnert an die Brown'sche sogenannte Molecularbewegung. Man findet sie in den Speichelkörperchen, unter gewissen Bedingungen in den farblosen Blutkörperchen, in den Eiterkörperchen u. i. a. Es wird darüber gestritten, ob auch diese Bewegungen vom Leben des Protoplasma abhängig sind.

Man findet eine solche Bewegung auch in Zellen, welche nicht mehr leben; die Körnchen, welche aus zerrissenen Zellen austreten, bewegen sich ferner auch fort, wenn das Medium, in welches sie gerathen, der Bewegung nicht hinderlich ist.

Man findet aber die Bewegung auch in Zellen, welche sichere Lebenszeichen bieten.

---

1) Ueber die Hornhaut. Leipz. 1867. 2) Das Protopl. d. Rhizop. pg. 11.

Auf vorsichtigen Zusatz $1/2$—1 prozentiger Kochsalzlösung hört die tanzende Bewegung in den Speichelkörperchen auf, diese führen aber dann noch Bewegungen aus gleich frischen Eiter- oder Lymphkörperchen.

Recklinghausen[1] hat eine ähnliche Erscheinung an diesen letzteren Körperchen mitgetheilt. Im durch Wasser verdünnten Medium werden sie kugelig (eine Erfahrung, welche schon zwischen H. Müller und Reinhardt[2] discutirt wurde), die Körnchen in ihnen beginnen den Tanz, sobald aber das Medium durch Verdunsten an den Rändern des Deckgläschens wieder concentrirter wird, hört der Tanz auf, und die Körperchen fangen wieder an ihre Form zu verändern.

Wie man sieht, wechseln hier zwei Erscheinungen ab, entweder ist das Körperchen kugelig und dann tanzen die Körnchen in der Kugel, oder das Körperchen verändert seine Form und dann schwingen die Körnchen nicht. Nur selten sieht man in Zellen, welche die Form ändern, auch die sogenannte Molecularbewegung. In den farblosen Blutkörperchen von Triton ist das nach Wasserzusatz zuweilen der Fall.

Nur auf solche lebende Zellen bezieht sich die Frage, ob die Körnchenschwingung mit dem Leben des Protoplasma im Zusammenhang stehe.

Brücke[3] hat auf die Möglichkeit des Zusammenhanges hingewiesen, in Anbetracht namentlich, dass die Bewegung durch Inductionsströme bestimmter Intensität sistirt werden.

Böttcher[4] hat den Zusammenhang in Zweifel gezogen unter Hinweis darauf, dass die Körnchen, welche in den Zellen schwingen, auch nachdem sie ausgestossen werden (durch Berstung der Zelle) fortschwingen, wenn das Medium, in welches sie nun gerathen, dazu geeignet ist.

Neumann[5] gründete seine Zweifel darauf, dass die Schwingung gerade in Zellen eintritt, welche er für todt oder im Absterben begriffen erklärt.

Die Vermuthung eines Zusammenhanges gründet sich hauptsächlich darauf: erstens, dass die Zellen, in welchen der Vorgang stattfindet, leben, und zweitens, dass Veränderungen in den Lebenserscheinungen auch Veränderungen der Körnchenbewegung zur Folge haben können.

Aus der Beobachtung der Körnchenbewegung allein kann indessen der Schluss auf einen Zusammenhang mit dem Leben nicht gezogen werden, so lange als es sich nur um schwingende und nicht auch um fortschreitende Bewegungen handelt, und so lange man nicht an diesen Schwingungen Eigenthümlichkeiten entdeckt, die zu solchem Schlusse berechtigen.

*

Die Formveränderungen der ganzen Masse des Protoplasmakörpers findet sich am ausgesprochensten wieder bei den niederen Thierformen.

Von den Bewegungen der Amoeba Ehrenb. oder Proteus (O. F. Müller) entwirft Max Schultze bei der Schilderung über die Nahrungsaufnahme derselben folgendes treffende Bild.[6]

---

1) Virchow's Arch. Bd. 28. 2) Virchow's Arch. Bd. 1.
3) Ueber d. sog. Molecularen, etc. Wiener Sitzgsb. 1862. 4) Virchow's Arch. Bd. 35.
5) Du Bois' u. Reichert's Arch. 1867. 6) Polythalam. 1854. p. 8.

Gelangt eine Amoebe in die Nähe eines anderen Organismus, dessen Bewegungen nicht schnell genug sind, um dem Feinde entfliehen zu können, so giesst sie sich mit ihrem vielgestaltigen Körper um denselben herum. Die von zwei Seiten den fremden Körper umfassenden Fortsätze fliessen hinter demselben wieder zusammen, und rings von thierischer Substanz umflossen liegt er gefangen hier bis ihm alles Lösliche entzogen ist. Wegen dieser ausgezeichneten Eigenschaft der Amoeben nennt man die Zellen, welche sich selbständig bewegen, auch amöboide Zellen. Die Zellen höher organisirter Thiere bewegen sich indessen selten so rasch, wie die Amoeben.

Ihre Bewegungen beschränken sich entweder auf eine allmählige Veränderung der Form, oder auf ein Vorschieben von Fortsätzen, denen sich entweder der Rest des Leibes nachschiebt, oder die wieder zurückgezogen werden. Die Fortsätze können Fäden sein, oder Wülste, Höcker, oder breit abgeplattet, bürstenartig, kurz in den verschiedenartigsten Formen erscheinen.

Wenn man über Formveränderungen ein sicheres Urtheil fällen will, müssen die Zellen auf einer Unterlage, sei es auf der Objectplatte oder an einem Gewebsstückchen, oder selbst an der Deckplatte haften. Denn wenn die Zellen in der Flüssigkeit schweben, können sie sich auch drehen und abwechselnd verschiedene Seiten dem Beobachter zuwenden.

Aus einer einmaligen Veränderung der Form schliesst man noch nicht auf das Leben einer Zelle, denn es lässt sich nicht bemessen, welcher unbekannte physikalische Einfluss die Veränderung hervorgebracht hat. Formveränderungen aber, welche sich bei ruhigem Gesichtsfelde an Objecten wahrnehmen lassen, die entweder an der Object- oder Deckplatte haften und sich mehrmals wiederholen, lassen auf das Leben des betreffenden Objects schliessen.

Umgekehrt aber dürfen wir einen ruhenden Protoplasmakörper nicht ohne weiteres für todt erklären, und das selbst dann nicht, wenn es uns durch künstliche Hilfsmittel nicht gelingt die Bewegungen anzuregen. Der Protoplasmakörper kann erstens eingekapselt sein, und dann ist er nicht im Stande, seine Form wesentlich zu verändern; und wenn er nackt ist, können doch uns unbekannte Vorgänge ihn an den Bewegungen hindern. So kann man nicht sagen: ein Speichelkörperchen sei todt, trotzdem es in der Regel seine äussere Form nicht verändert.

Die Protoplasmakörper können nicht nur ihre Form, sondern auch ihren Ort verändern, sie können wandern. Sie führen das so aus, dass sich erst ein Theil ihrer Masse vorwärts streckt, auf welchen sich dann der Rest nachschiebt. Wenn sich solche Veränderungen mehrere Male in gleichem Sinne wiederholen, so ist dadurch eine Locomotion gegeben.

Es darf nicht übersehen werden, dass ganze Zellen in Flüssigkeiten schwingende Bewegungen ausführen, und das offenbar nach den Gesetzen der Brown'schen Molecularbewegung. Sternförmige Blutkörperchen der Säuger thun das in der Regel. Solche Schwingungen sind von den Zellenwan-

derungen wohl zu unterscheiden. Die Zellen können nur auf festen Unterlagen wandern. In Flüssigkeiten fortschwimmen können sie mit Hülfe eingeleiteter Strömungen, nicht aber durch ihre eigenen activen Bewegungen.

Die Wanderfähigkeit der Amoeben ist längst bekannt; dass die Foraminiferen vermittelst der Fortsätze structurloser Substanz, welche sie zu den Oeffnungen ihrer Schalen herausstrecken, auch wandern können, ist gleichfalls vielfach beobachtet worden. Dass aber die Zellen in zusammengesetzten Thierleibern wandern können, das hat erst Recklinghausen [1] beobachtet, und durch diese Beobachtung ein sehr weittragendes Princip in unsere Wissenschaft eingeführt.

E. Häckel hat bei Gelegenheit einer Injection von Thetis fimbria mit Indigo die Erfahrung gemacht, dass Farbstoffkörnchen in die Leiber der Blutkörperchen eindringen können. Man bezeichnet jetzt das künstliche Einbringen von Farbstoffkörnchen in Zellen auch als eine Fütterung derselben. Wenn man in das Medium, in welchem die Zellen suspendirt sind (z. B. Blutplasma), einen daselbst unlöslichen, feinkörnigen Farbstoff einbringt, so bleiben alsbald Körnchen desselben an der Oberfläche der Zellen haften, und gelangen von da in die Leibessubstanz hinein.

Recklinghausen hat nun mit Hülfe dieser Fütterungsmethode den wichtigen Nachweis geliefert, dass Eiterkörperchen nicht immer dort entstehen müssen, wo man sie eben antrifft. Er hat gezeigt, dass Eiterkörperchen in die Maschen selbst einer todten Hornhaut einwandern können und damit für die ganze pathologische Forschung eine neue Bahn eröffnet. Diese Errungenschaft blieb auch nicht ohne Folgen für die Physiologie. Ich [2] habe gezeigt, dass der Aufbau des Embryonalleibes, dass die Verschiebung von Zellenmassen zum Behuf der Organanlagen auf eine Wanderung der Embryonalzelle innerhalb des Eikörpers beruhe. In neuester Zeit endlich hat Cohnheim [3] durch den Nachweis, dass auch farblose Blutkörperchen das Gefässsystem verlassen, also auswandern können, für die Transplantation von lebenden Zellen aus einem Organe ins andere, aus einer Gegend des Thierkörpers in die andere, einen Ausgangspunkt geschaffen, dessen Tragweite sich bis heute noch nicht ermessen lässt.

Hering [4] bemüht sich, den Austritt farbiger und farbloser Blutkörperchen aus dem Gefässsystem in der Art zu erklären, dass er den Process mit der Filtration der Coloidsubstanz vergleicht. Aber wie immer man auch den Austritt erklären wird, die Thatsache bleibt, dass farblose Blutkörperchen das Gefässsystem verlassen, und also in die Lage versetzt werden können, in verschiedene Regionen des Körpers einzuwandern.

Indem wir aussprechen, dass das Protoplasma activer oder vitaler Bewegungen fähig ist, haben wir deswegen einer immateriellen Kraft nicht das Wort ge-

---

1) Virchow's Arch. Bd. 28.
2) Wiener Sitzgsb. 1864.
3) Virchow's Arch. Bd. 40.
4) Wiener Sitzgsb. 1868.

redet. Ed. Weber[1] hat sich darauf bezüglich mit der grössten Bestimmtheit ausgesprochen und seinen Standpunkt können wir auch heute nicht verlassen.

»Nach meiner Ansicht, sagt Weber, sind die Bewegungen eines Körpers nicht abhängig von zwei verschiedenen Arten von Kräften, nämlich erstens von Kräften, die auf jenen Körper von anderen Körpern ausgeübt werden, zweitens von Kräften, die auf jenen Körper vom Leben ausgeübt werden, sondern es giebt nur eine Art von Kräften, von denen die Bewegungen eines jedes Körpers abhängen, nämlich die Kräfte, welche von andern Körpern auf ihn ausgeübt werden.«

Vital nennen wir in dem Sinne die Bewegungen gewisser Körper, weil die Kräfte, welche wir dabei in Betracht ziehen können, gewisse übrigens veränderliche Einflüsse erfahren, und wir die Einrichtung und die Vorgänge, aus welchen die Einflüsse resultiren, unter dem Namen Organisation und Leben zusammenfassen.

Man pflegt die vitalen Bewegungen des Protoplasma auch freiwillige zu nennen. Mit dieser Bezeichnung soll aber nur ausgedrückt werden, dass wir die Kräfte nicht kennen, von welchen aus die Bewegungen eingeleitet und unterhalten werden. Die Bewegung der quergestreiften Muskel nennen wir schon nicht mehr freiwillig, weil wir die äusseren Einflüsse oder Reize kennen, durch welche sie angeregt werden.

Sollten wir einmal alle äusseren Einflüsse kennen oder beherrschen lernen, von welchen aus die Protoplasmabewegungen angeregt werden, würden wir auch aufhören dieselben freiwillig zu nennen.

Um ein Bild zu brauchen, sagen wir, die Wärmeentwickelung der Steinkohle ist zunächst davon abhängig, dass wir sie aufs Feuer legen, i. e. ihre Temperatur erhöhen. Die Temperaturerhöhung ist der äussere Einfluss oder der Reiz, welche eine Veränderung des Molecularbaues einleitet. Aus dieser Molecularumlagerung wird dann die lebendige Kraft frei, welche uns als Wärme wahrnehmbar ist.

Die Wärmeentwickelung der Kohle ist eine selbständige, sie ist in der Construction ihres Körpers begründet, aber sie ist keine freiwillige.

Das Bild hat übrigens nur einen ganz einseitigen Werth: wenn die Kohle einmal ausgebrannt ist, kann sie nicht von Neuem lebendige Kraft entwickeln, die contractile Substanz aber ist einer Restitution fähig.

Die Bewegungen der contractilen Substanzen können durch quantitativ und qualitativ verschiedene äussere Einflüsse (Reize) verändert, beschleunigt, verlangsamt oder sistirt werden.

Zu den bekannten Einflüssen auf die Bewegungen der Protoplasmakörper gehören:

A. Der Wechsel der Temperatur. Die älteste Angabe hierüber ist die von E. H. Weber[2], dass die Flimmerbewegungen durch Wärme angeregt werden. Kühne[3] gab an, dass die Bewegungen der Amoeben in Eiswasser sistirt werden können, dass sich aber bei Wiedererwärmung die Bewegungen wieder einstellen.

Seitdem Max Schultze[4] die Erwärmung der Objectplatte zu einem ständigen Behelfe der mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen gemacht hat, wissen wir, dass die beweglichen Zellen von Warmblütern auch ausserhalb des Organismus ihre Bewegungen längere Zeit fortsetzen können bei Temperaturen, welche denen der Warmblüter entsprechen.

---

1) Mueller's Arch. 1838. 2) Canst. Jahrb. 1847. p. 59
3) Das Protopl. Leipz. 1864. 4) Dessen Archiv Bd. 1.

Bestimmte Temperaturangaben von allgemeinem Werthe lassen sich nicht machen.

Eine Erhöhung von einigen Graden über diejenigen Temperaturen, unter welchen die untersuchten Organismen gewöhnlich leben, beschleunigt die Bewegungen, Erniedrigung hingegen verzögert sie. Wenn der Temperaturwechsel gewisse Grenzen übersteigt, so gefährdet er das Leben derselben. Forelleneier furchen in Eiswasser prächtig ab, gehen aber schon im geheizten Zimmer zu Grunde.

Der Einfluss der Temperatur auf die Bewegungen der Zellen ist namentlich für die Wanderung derselben besonders in Betracht zu ziehen. Max Schultze [1] hat gezeigt, dass farblose Blutkörperchen des Menschen schon bei 38—40° C. auf dem Objectträger bedeutende Locomotionen zu machen fähig sind. Welche Bedeutung bestimmte Temperaturen auf die Entwickelung der Embryonen haben, ist hinreichend bekannt, und wenn auch die Zellenbewegung nicht der einzige Factor der Entwickelung ist, so spielt sie doch eine bedeutende Rolle.

Ein analoger Einfluss der Temperaturerhöhung lässt sich für pathologische Vorgänge vermuthen.

Einen eigenthümlichen Einfluss der Temperatur auf Süsswasseramoeben beschreibt Kühne [2]; diese nehmen bei 35° C. die Kugelform an.

Endlich theilte Peremeschko [3] mit, dass die grossen Zellen auf dem Grunde der Dotterhöhle in Hühnereiern bei einer Temperatur von 32—34° sich zusammenziehen und bald wieder erschlaffen.

B. Mechanische Einwirkungen. Ueber den Erfolg indirecter mechanischer Reizung berichtete zuerst Kühne. Nachdem er den Rand der Frosch-Cornea mechanisch gereizt hatte, sah er sternförmige Körperchen zur Spindelform übergehen.

Ueber Erfolge von direkten mechanischen Eingriffen habe ich [4] einige Erfahrungen gemacht. Wenn ich nämlich in halbprocentiger Kochsalzlösung verdünntes Blut unter das Deckglas bringe und dieses durch Abziehen der Flüssigkeit so weit sinken lasse, dass die farblosen Blutkörperchen plattgedrückt werden, verändern sie in diesem Zustande, namentlich wenn sie längere Zeit in demselben verweilen, lebhaft ihre Form. Bringt man dann einen Tropfen Flüssigkeit an den Rand des Deckglases, so wird dieses dadurch von der Objectplatte wieder abgehoben, und zwar um so viel als die einströmende Flüssigkeitsschicht beträgt. Das platte Körperchen zieht sich nun rasch zu einem kleinen kantigen Klümpchen zusammen, giebt aber diese Form nach einigen Secunden wieder auf, indem es sich mässig verbreitert.

Das plattgedrückte Körperchen verhält sich hier wie ein Insectenmuskel unter dem Quetschglase, der seine Bewegungen eine Zeit lang fortsetzt, wenn er auch

---

1) Arch. 1. 2) Protoplasma 1864. 3) Wien. Sitzgsb. 1868.
4) Wien. Sitzgsb. 1867.

wegen der Last, die auf ihm ruht, nicht dicker werden kann. Das Protoplasma erweist sich dabei als ein elastischer Körper; es zieht sich zusammen, wenn die es dehnende Last entfernt wird. Die Zusammenziehung scheint hier aber der Elasticität des gereizten Körpers zu entsprechen, weil es zu einer Verkürzung kommt, welche nicht beibehalten wird. Dafür spricht auch der Umstand, dass man den Versuch eleganter vor sich hat, wenn er zum zweiten oder dritten Male ausgeführt wird. Die Körperchen ziehen sich dann viel strammer zusammen, als beim ersten Versuche.

C. Electrische Reize. Die Wirkung der electrischen Ströme auf das Protoplasma ist eine sehr mannichfache.

Die Anregung der amoeboiden Bewegungen durch schwache Inductionsströme ist bisher nur von Kühne an Amoeben und von Golubew an gewissen farblosen Blutkörpern des Frosches beobachtet worden.

Zahlreicher sind die Beobachtungen über das Zustreben zu gewissen Formen.

Kühne [1] sah Amoeben nach der Schliessung der constanten Kette, in welche jene eingeschaltet waren, zu einer unvollkommenen Kugel zusammenfahren; ferner nach Inductionsschlägen sternförmige Hornhautkörperchen die Spindelform annehmen und dann wieder zur früheren Form zurückkehren.

Aus Rollett's Laboratorium wird von Golubew [2] mitgetheilt, dass sich die Zellen nach wiederholten Reizungen abplatten, dabei aber Formveränderungen zeigen. Wendet man bei diesem Zustande stärkere Reize an, so zieht sich die Platte zu einem Klumpen zusammen. Ferner berichtet derselbe, dass die spindelförmigen, farblosen Zellen des Froschblutes, welche freiwillig keine Bewegungen ausführen, nach mittelstarken Reizungen sich zu Klümpchen zusammenziehen, dann aber wieder zu ihrer früheren Gestalt zurückkehren.

Ich [3] habe Zusammenziehungen und Wiedererweiterungen embryonaler Capillargefässe nach der Einwirkung von Inductionströmen beobachtet.

Ueber die Wirkung constanter Ströme auf das Protoplasma von Actinophrys Eichhornii theilt Kühne [4] ein Zuckungsgesetz mit, welches folgendermassen lautet:

	Positiver Rand Eintrittsst. des Stromes	Negativer Rand Austrittsst. des Stromes
Schliessung	Zuckung	0
Dauer d. Stromes	Tetanus	0
Oeffnung	0	Zuckung.

Nach der Einwirkung von mässig starken Inductionsschlägen nimmt das Protoplasma die Kugelform an. Es wurde diese Erscheinung zuerst von Kühne an den Amoeben beobachtet und seither von Neumann für die farblosen Blutkörperchen des Menschen, von Golubew für die des Frosches bestätigt.

Die durch den mässigen Inductionsstrom kugelig gewordene Amoeben fangen aber nach einiger Zeit ihre gewöhnlichen Bewegungen wieder an (Kühne).

1) l. c. 2) Wien. Sitzgsb. 1868. 3) Wien. Sitzgsb. 1866. 4) l. c.

Aehnliches theilt Golubew mit, nur wird die Bewegung der farblosen Blutkörper des Frosches eine mehr fliessende, während sie de norma zugespitzte Fortsätze aussenden.

Bei stärkerer Reizung gerathen die Körnchen in den kugeligen Zellen in schwingende sogenannte Molecularbewegung (Neumann, Golubew).

Brücke [1] hat die Speichelkörperchen bersten sehen auf den Einfluss starker Inductionsströme. Eine ähnliche Erscheinung sah Kühne bei den Amoeben.

Kühne bezeichnet den Kugelzustand der Amoeben nach bestimmten Reizgrössen als eine Art Tetanus. Im Maximum der Contraction sollten diese Thiere die Kugelform annehmen.

Hermann gab der Deutung dieser Form eine wesentlich andere Richtung.

Es könnten, sagt er, durch den Reiz Widerstände herabgesetzt werden, welche die Zelle verhindert haben, die Tropfenform anzunehmen. Die Kugel würde entweder dem Tetanus oder der Ruhe der Zelle entsprechen.

Kistiakowsky [2] hat durch die Einwirkung constanter Ströme eine Beschleunigung der Flimmerbewegung wahrgenommen.

Engelmann [3] spricht für diese Einwirkung eine Reihe von Gesetzen aus.

a) Jede grössere positive oder negative Schwankung der Stromdichte wirkt erregend, wenn sie sehr schnell ablauft.

b) Eine einzelne Stromesschwankung löst eine Reihe von Schwingungen aus.

c) Die Erregung lässt vom Beginn der Reizung an gerechnet drei Stadien unterscheiden: das der latenten Reizung (bei starken Oeffnungsinductionsschlägen kaum wahrnehmbar und im allgemeinen desto länger dauernd je schwächer der Schlag ist), ferner das Stadium der zunehmenden (dauert gleichfalls um so länger, je schwächer der Schlag war) und das der abnehmenden Energie (verläuft in um so kürzerer Zeit, je schwächer der Reiz war).

d) Schliessung eines constanten Stromes ist ein stärkerer Reiz als Oeffnung desselben.

e) Die Richtung, in welcher die Electricität durch die Flimmerzellen fliesst, scheint auf die Grösse der Erregung ohne Einfluss.

f) Durch einen äusserst starken electrischen Schlag kann die Bewegung verlangsamt oder unter Zerstörung der Zellen sistirt werden.

Dasselbe geschieht bei längere Zeit fortgesetztem Tetanisiren mit starken Wechselströmen.

D. Nervenerregung. Es liegt hierüber nur eine directe Beobachtung von Kühne vor, nämlich dass die Zusammenziehung gewisser sternförmiger Zellen der Frosch-Cornea durch Erregung der Nerven derselben zu erzielen ist.

Viel früher schon hat aber Brücke [4] durch das makroskopische Experiment den Beweis geführt, dass die Pigmentzellen in der Haut des Chamäleons von den

1) Ueber d. sog. Molecularbew. l. c. 2) Wien. Sitzgsb. 1865. 3) Centralbl. 1868.
4) Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. IV. p. 203.

sensitiven Nerven aus auf reflectorischem Wege zur Contraction angeregt werden können.

E. Chemische Reize. Hier kennen wir zunächst die Wirkung des Wassers.

Durch den Zusatz von Wasser kann man amöboide Bewegungen anregen an den Furchungskugeln des Frosches. Es werden dann nämlich hyaline Fortsätze vorgetrieben, in welche hinein alsbald eine Körnchenströmung stattfindet, so dass dadurch die ganze Zelle ihre Gestalt verändert hat. Andere Male werden die Fortsätze wieder eingezogen, oder verändern, wenn sie längere Zeit ausgestreckt bleiben, häufig ihre Form. Ecker [1] hat schon diese Erscheinung als Bewegung aufgefasst. Ich [2] habe gezeigt, dass ohne Wasserzusatz die Bewegung derselben Zellen ganz anderer Art ist, und die oben angeführten eben nur auf den Einfluss des Wassers erfolgen.

Die Körnchenbewegung in den Scheinfüssen der See-Rhizopoden wird durch destillirtes Wasser sistirt (Max Schultze).

Die meisten amöboiden Zellen werden durch Wasser zur Kugel umgestaltet, nach einigen Secunden tritt eine schwingende Bewegung der Körnchen ein und endlich bersten viele, während andere einige Zeit hindurch kugelig bleiben und dann wieder ihre amöboiden Bewegungen anfangen: sie thun das, wie schon erwähnt wurde, namentlich wenn man das Wasser durch den Zutritt einer halbprozentigen Kochsalzlösung ersetzt.

Die durch Wasser kugelig gewordenen Zellen sind dem Anscheine nach vergrössert. Daraus darf geschlossen werden, dass Flüssigkeit in dieselben eingetreten ist.

Die Gesetze, nach welchen das Wasser oder die Lösung aufgenommen wird, sind nicht bekannt. Vermuthen lässt sich, dass die Diffusion dabei eine Rolle spielt.

Es ist auch zu vermuthen, dass das eindringende Wasser auf die contractile Substanz einen Reiz ausübt, weil wir eine ähnliche Wirkung des Wassers auf die Muskeln kennen, und weil electrische Ströme auf die Zellen analoge Erscheinungen hervorrufen.

Es ist einigermaassen plausibel, den Kugelzustand im Wasser oder verdünnten Medium im Sinne Hermann's als einen Ruhezustand aufzufassen.

Es spricht dafür der Umstand, dass die Zellen stundenlang als Kugeln verbleiben können, ohne ihre Lebenseigenschaften aufzugeben (Speichelkörperchen).

Es erklärte sich dann auch das Zusammenfliessen der Kugelzellen (Brücke, Neumann, Golubew) auf eine ungezwungene Weise. Durch den Reiz, könnten wir sagen, sind die Widerstände herabgesetzt, das Protoplasma folgt jetzt den Gesetzen tropfbarer Flüssigkeiten, es bildet Tropfen und solche können zusammenfliessen. Die Berstung im Wasser müsste dann als eine durch die intensivere Einwirkung herbeigeführte plötzliche partielle Gerinnung betrachtet werden.

Wenn man das Medium, in welchem sich die kugeligen Zellen befinden, allmälig durch Zuleiten einer ($^1/_2$—1proc.) Kochsalzlösung verändert, so be-

1) Icones phys. 2) Ueber d. selbst. Beweg. ct. Wien. Sitzgsb. 1864.

ginnt das Protoplasma wieder seine sichtbare Thätigkeit, es fangen wieder Formveränderungen an. Wendet man eine concentrirtere Lösung an, so schrumpfen die Zellen ein. Es ist aber bis jetzt nicht festgestellt, bei welcher Concentration und bei welcher Dauer der Einwirkung das Leben der Zellen erhalten werden kann. Der Wassergehalt mancher Protoplasmakörper kann grosse Schwankungen erfahren, ohne dass dadurch das Leben vernichtet wird. Myxomyceten können ganz eintrocknen und nach dem Aufweichen wieder fortleben.

Aehnliche Folgen wie nach Wasserzusatz beobachtet man nach sehr verdünnten Säuren, und sehr verdünnten Alkalien (Max Schultze, Kühne).

Ueber den Einfluss von Gasen auf die Bewegungen des Protoplasma liegt von Kühne[1] ein eleganter Versuch vor. Flimmerzellen der Kiemen von Anodonta hören im Wasserstoffgase, in Kohlensäure zu schlagen auf. Es genügt aber der Zutritt der atmosphärischen Luft, um die Bewegungen wieder herzustellen. Es zeigte sich dabei, dass die Kohlensäure als Säure nachtheilig wird.

Schwach alkalische Reaction des Mediums ist der Bewegung günstig, die saure Reaction aber wirkt hemmend.

Die Contractilität des Protoplasma ist für den Gesammtorganismus, dem es angehört, von grosser Bedeutung.

Es beruht darauf die Flimmerbewegung.

Seit wir durch Schweigger-Seidel und la Valette wissen, dass die Spermatozoiden nicht lediglich Kerngebilde sind, sondern auch Protoplasma besitzen. sind auch die Bewegungen der Spermatozoiden hieher zu rechnen.

Die Zelltheilung, die Knospung, ist eine Folge der Contractilität.

Endlich auch die Zellenwanderung, von deren Bedeutung für den Gesammtorganismus wir schon gesprochen haben.

Eine Erläuterung der Bewegungserscheinung ist von Hermann versucht worden. Man könne sich, sagt er, das Aussenden eines Fortsatzes nur durch eine partielle Contraction erklären, welche, indem sie in der Richtung einer Sehne (besser Sehnenfläche) erfolgt, das darüber liegende Segment hervortreibt; wenn dann in diesem fortschreitend immer wieder erneute Contractionen ablaufen, muss es immer dünner, fadenförmig werden. Ueber das Einziehen der Fortsätze äusserte sich Hermann nicht. Es hätte indessen keine Schwierigkeit durch anders gerichtete Contractionen auch diese zu erklären, wenn man sich überhaupt der Hermann'schen Theorie anschliesst.

Stoffwechsel. Ueber den Stoffverbrauch der lebenden Zellen liegt nur ein einziger directer Versuch von Kühne[2] vor. Die Flimmerbewegung ist nach seinen Versuchen mit einem Sauerstoffverbrauch verbunden, und zwar können die Zellen den Sauerstoff selbst aus lockeren chemischen Verbindungen beziehen. Die Flimmerbewegung in einer Wasserstoffgasatmosphäre und in einer Lösung von Sauerstoff-Haemoglobin dauert so lange an, bis der locker gebundene

1) Max Schultze, Arch. Bd. II. 2) Max Schultze, Arch. Bd. II.

Sauerstoff des letzteren verbraucht ist, was durch die Spectraluntersuchung ermittelt werden kann.

Wir sind aber berechtigt, aus indirecten Versuchen einen Stoffaustausch der Zellen zu erschliessen, und sind hierauf bezüglich die sicheren Daten zu verwerthen, welche über den Stoffwechsel der Thiere bekannt geworden sind.

Namentlich wichtig sind die Resultate, welche aus den Untersuchungen der Muskeln entsprungen sind. Die Muskelfasern sind metamorphosirte Zellen, sie bestehen im Wesentlichen aus contractiler Substanz, deren innere Construction allerdings wesentlich von der des contractilen Protoplasma abweicht. Die Muskelfasern liegen aber in grossen Massen beisammen, und es lassen sich an ihnen makroskopische chemische und physikalische Untersuchungen anstellen, die bis jetzt unter dem Mikroskope nicht ausführbar sind.

Das Experiment unter dem Mikroskope nimmt zwar allmälig grössere Dimensionen an, und der Physiologie der Zellen ist von diesem Standpunkte aus ein weiter Weg eröffnet. Sie muss sich aber heute immer noch auf die Muskelphysiologie stützen, und wird es vielleicht auch bei der höchsten Ausbildung immer noch mit grossem Nutzen thun.

Mit Rücksicht auf die specifischen Functionen müssen wir uns auf die Angabe beschränken, dass es Zellen verschiedener physiologischer Function giebt, wie Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. a. Insofern wir uns überhaupt keinen functionellen Vorgang in den Zellen denken können, ohne chemische Prozesse, dürfen wir vermuthen, dass den specifischen Functionen eigenthümliche chemische Processe zu Grunde liegen. Für die Muskeln, für die Nervenzellen ist uns aus den chemischen Untersuchungen noch nicht abgestorbener Gewebe, bei den Drüsenzellen ist uns aus der Untersuchung der Secrete einiger Einblick in die chemischen Prozesse gestattet. So wissen wir, dass es Zellen giebt, welche Fett erzeugen (Milch- und Talgdrüsen), andere, die Pepsin erzeugen, ferner dass durch die Thätigkeit der Muskeln und Nervenzellen Säuren gebildet werden (Du Bois, Funke).

Aus den chemischen Untersuchungen der Protoplasmakörper geht hervor, dass sie wahrscheinlich viel Myosin enthalten (Kühne)[1]. In einigen Protoplasmakörpern ist Protagon (Hoppe-Seyler, Fischer), in anderen Glycogen nachgewiesen. In einigen Pflanzenzellen ist Cholesterin[2] gefunden worden (Beneke).

Ob die Körper, welche nach dem Tode der Zellen aus ihnen dargestellt werden, auch während des Lebens derselben als solche enthalten sind, oder ob wir nur Zerfallproducte vor Augen haben, bleibt dahingestellt. Hermann's Ansicht geht dahin, dass das Myosin ein solches Zerfallproduct sei.

Wie sich das Wasser, wie sich die anderen anorgonischen Verbindungen, deren im Protoplasma sicher vorhanden sind, zu demselben verhalten, wissen wir gleichfalls nicht.

---

1) Vergl. Kühne, Lehrb. der physiol. Chemie. 2) Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters.

Bau der Zellen. Brücke[1] schreibt den Speichelkörperchen ein System von Räumen zu, in welchen sich eine Intracellularflüssigkeit befindet. Dasselbe nimmt er für das Protoplasma der Pflanzenzellen in den Brennhaaren von Urtica urens in Anspruch. Heidenhain[2] schloss sich dieser Meinung an und führte weiter aus, dass die Intracellularflüssigkeit von dem Protoplasma bewegt werde, wie der Darminhalt von den peristaltischen Bewegungen der Darmwand.

Das Protoplasma der Pflanzenzelle kann so angeordnet sein, dass es innerhalb der Cellulosehülle wie ein Spinngewebe den Raum durchsetzt; dann ist der Raum zwischen den Protoplasmafäden von einer Flüssigkeit erfüllt; oder das Protoplasma ist auf eine der Cellulosenwand innen anliegende Schichte reducirt und dann ist diese Schichte an der Innenfläche von Flüssigkeit umspült. Diese Zellflüssigkeit ist nicht zu verwechseln mit jener, welche innerhalb des Protoplasma in Räumen desselben angenommen wird.

An den flaschenförmigen Drüsen der Nickhaut des Frosches sieht man, dass das Volumen der Drüsenzellen grossen Schwankungen unterliegt. Bald ragen die Zellen soweit in das Lumen hinein, dass das letztere auf einen sehr kleinen Rest reduzirt ist, bald sind die Zellen so contrahirt, dass die Drüse einer von Epithelzellen ausgekleideten Blase gleicht. Es ist dieser Zustand nicht leicht anders zu deuten, als dass die Drüsenzellen durch Contraction Flüssigkeit aus ihrem Leibe ausgepresst haben.

Es ist also wahrscheinlich, dass vorübergehend grössere oder geringere Mengen Flüssigkeit in dem Protoplasma enthalten sind; und dass jene unter Umständen (Contraction oder Schrumpfung) auf ein ausserordentlich geringes Mass reduzirt werden kann.

Eine weitere Frage ist die, ob wir Grund haben anzunehmen, dass das Protoplasma, abgesehen von der Intracellularflüssigkeit, noch Verschiedenheiten des Baues erschliessen lasse.

Die optische Untersuchung hat darüber noch keinen Aufschluss gegeben. Das Protoplasma ist bis jetzt nur als ein das Licht einfach brechender gleichartiger Körper gesehen worden. Richtiger gesagt, man hat an keinem Theile desselben bis jetzt doppellichtbrechende Eigenschaften entdeckt. Da, wo solche Eigenschaften entdeckt wurden, spricht man schon von einem zu bestimmten functionellen Zwecken modificirten Protoplasma.

Ich habe mich an die Annahme gewagt, dass zwei functionell verschiedene Substanzen vorhanden sind, und stützte mich darauf, dass ich zwei active Zustände kennen gelernt habe, einen, bei welchem die Zelle (wie im Wasser) aufgebläht erigirt ist, und einen, bei welchem sie (verkürzt) contrahirt ist.

Da sich der aufgeblähte Zustand nach Hermann's Definition auch als Ruhezustand erklären lässt, so fällt, von diesem Standpunkte aus, die Nothwendigkeit der Annahme zweier functionell verschiedenen Substanzen fort.

---

1) Ueber d. sog. Molecularbew. 2) Studien des phys. Inst. zu Breslau. II. H.

Wir müssen heute sagen, wir sehen am Protoplasma optisch nichts Ungleichartiges, und es ist aus dem Experiment kein Grund gegeben, auf eine bestimmte Anordnung physiologisch verschiedenartiger Theile zu schliessen. Von diesem Satze ausgenommen bleiben solche Zellen oder Zellenderivate, an welchen wir bestimmte Eigenthümlichkeiten wahrnehmen, die an eine specifische Function geknüpft zu sein scheinen. Die optischen Verschiedenheiten der quergestreiften Muskelfaser, die wahrnehmbare Anordnung in Ganglienzellen fassen wir als Ungleichartigkeiten auf. Wir sprechen aber dann von einem zu functionellen Zwecken umgewandelten Protoplasmakörper.

In Rücksicht auf die äusseren Grenzen der Zellen ist der heute giltige Standpunkt im Eingange dieser Schrift angegeben worden. Es können sich, sagen wir, die äusseren Grenzschichten des Protoplasma chemisch und physikalisch verändern, und dann ist eine relativ zum Protoplasma feste Membran gegeben. Zum Nachweise einer Membran an der unversehrten Zelle ist die Wahrnehmung eines doppelten Grenzcontours unerlässlich. Brücke sagt darauf bezüglich: »Der Unterschied zwischen der Dichtigkeit des umgebenden Mediums und der Zelle wird auch ohne umhüllende Membran hinreichenden Grund für einen Umriss abgeben. Erst durch den zweiten Umriss kann erkannt werden, dass ein Dichtigkeitsunterschied zwischen äusserer Umhüllung und Inhalt besteht. Es versteht sich von selbst, dass man hierbei die Vergrösserung durch starke Oculare über die reellen Kräfte des Instrumentes nicht treiben darf, weil sonst ein zweiter Umriss entsteht, der seinen Grund nicht mehr in der Natur der Zelle, sondern in Fehlern des optischen Apparates besitzt.«

Wenn übrigens ein doppelter Begrenzungscontour nach der Einwirkung von Reagentien gefunden wird, so beweist das nicht, dass auch im Leben eine Membran vorhanden war. Kühne bekämpfte die Beweiskraft der doppelten Contouren folgendermassen: Hat sich eine Amoebe umgeben von überall breitem, hyalinem, nach innen unregelmässig begrenztem Saume, so darf ich mich nicht wundern, wenn eine Reagens, wie Essigsäure, welches diesen Saum unter meinen Augen plötzlich schrumpfen macht, zwei runzelige, enge, aneinanderliegende Contouren erzeugt, und wenn ich weiss, dass jener Saum vorher unbeständig war, so werde ich nicht glauben, die solide, in der Essigsäure entstandene Hülle sei an seiner Stelle oder um die hyaline Randschicht herum zuvor schon vorhanden gewesen.

Deutlich nachweisbare Membranen besitzen viele Zellen der Oberhaut, so die von Leydig zuerst beschriebenen Schleimzellen an der Oberhaut der Süsswasserfische und in einer Reihe analoger Gebilde, welche F. E. Schulze[1] als Becherzellen zusammenfasst. F. E. Schulze unterscheidet solche Zellen, deren Membran (Theca) völlig geschlossen ist, und dann solche, welche eine rundliche, scharf begrenzte Oeffnung zeigen.

[1] Max Schultze, Arch. Bd. III.

Viel früher schon wurden die Epithelzellen der Dünndarmzotten von Brücke[1] als solche bezeichnet, welchen an der freien Fläche die Membranen fehlen. Es wird jedoch darüber gestritten, ob sich alle Epithelien so verhalten oder zwischen gewöhnlichen Epithelzellen Becherorgane vorkommen.

Die Membranen können gleichartig homogen erscheinen, oder sie besitzen Poren (Leukart[2]).

Die äusseren Grenzschichten können ausserdem noch ungleichartig sein dadurch, dass sie von einer Grenzfläche besonders verdickt sind (F. E. Schulze). Hierher zu rechnen ist auch der Basaltheil an der dem Darmlumen zugekehrten Fläche des Zottenepithels.

Es wird auch hier darüber gestritten, ob dieser Basalsaum von Poren durchsetzt sei (Funke, Kölliker) oder aus Stäbchen zusammengesetzt (Brettauer, Steinach), und daher ein streifiges Aussehen biete.

Zellkern. Seitdem R. Braun im Jahre 1833 den Kern der Pflanzenzellen entdeckt hat, hat sich noch kein namhafter Fortschritt in der Erkenntniss dieses Gebildes daran geknüpft. Schleiden wie Schwann haben vom Zellenkerne die Entwickelung der Zelle ausgehen lassen, und nach wie vor hält man den Kern als ein wichtiges Gebilde für die Fortpflanzung der Zelle. Wir haben schon oben angeführt, welche Einwände Brücke dagegen erhoben, dass man den Kern als ein unerlässliches Attribut der Zelle in das Schema aufnehmen müsse. Wir wissen weder etwas sicheres über die functionelle Bedeutung des Kernes, noch auch über dessen physikalische Eigenschaften. Wohl weiss man, dass überall, wo sich kernhaltige Zellen theilen, die Theilung zuerst vom Kerne ausgeht, dass dieser sich in die Länge zieht, bisquitförmig wird und sich endlich in zwei Stücke abschnürt. Brücke wirft dieser Erfahrung gegenüber die Frage auf, was man dagegen einwenden wollte, wenn jemand behauptete, der Kern verhalte sich bei aller Art der Fortpflanzung vollkommen passiv. Aber abgesehen von dieser Stellung der Frage wissen wir doch, dass es kernlose Zellen giebt, die sich gleichfalls theilen, und hierin gipfelt sich aller Einwurf, den man für die angenommene Bedeutung des Kernes machen kann. Nun könnte man aber sagen, dass der Kern dort, wo er eben vorhanden ist, für die Fortpflanzung von Bedeutung sei. Dagegen spricht aber wieder die Erfahrung, dass man die Theilung kernhaltiger Zellen beobachtet hat, wo der Kern auf der einen Seite liegen bleibt. Solche Angaben hat Remak[3] für die rothen Blutkörperchen und in neuester Zeit Weiss[4] für's Protoplasma in den Pflanzenhaaren gemacht. Auch über die physikalischen Eigenschaften des Kernes wissen wir sehr wenig. Reinhard hat aus dem Verhalten des Kernes gegen Wasser seine Bläschennatur deducirt. Wir wissen heute, welchen Werth solche Deductionen haben.

Mit denselben Kriterien, mit welchen die Membranen vieler Zellen be-

1) Denkschr. d. Wien. Akad. Bd. VI.
2) Vergleiche ausserdem F. E. Schulze l. c.
3) Entwickelungsgesch., Berlin 1855.
4) Die Pflanzenhaare. Berlin 1867.

stritten werden, kann auch eine begränzende Membran vieler Kerne bestritten werden. Sehr viele Kerne erscheinen durchaus homogen, sind gegen das umhüllende Protoplasma nur durch einen scharfen Contour abgesetzt. Die Kerne sind ferner mannigfacher Formveränderungen fähig. Es mögen diese nun activer oder passiver Natur sein, so wissen wir doch, dass wir eine Sprossenbildung, und dergleichen Veränderungen mehr, nicht leicht von Membranen umschlossenen Bläschen unterschieben können. Wenn die amöboide Zelle platt gedrückt wird, so plattet sich auch der Kern vollkommen ab, und wenn die Zelle sich wieder zusammenzieht, so zieht sich auch der Kern zusammen. Das sind durchaus Eigenschaften, die sich mit der Bläschennatur nicht gut vertragen. Es ist richtig, dass man an vielen Kernen deutlich die doppelten Contouren nachweisen kann, so zum Beispiel in ausgezeichneter Weise an vielen Ganglienzellen. Man kann also nicht zweifeln, dass solche Kerne durch eine vom Inhalt differente Grenzschicht abgegrenzt sind; man wird daraus aber auch nicht den Schluss ziehen, dass die Kerne überhaupt Bläschen sind. ROLLETT[1] hat schon früher den Kernen der Blutkörperchen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Er hat in denselben besonders Vacuolenbildung beobachtet. In neuester Zeit wird aus seinem Laboratorium mitgetheilt, dass nach Inductionsströmen auch Kerne zusammenfliesen können, und das ist gewiss eine Erscheinung, welche von Bläschen nicht erwartet werden kann. Wir haben auch über die chemische Beschaffenheit der Kerne einige dunkle Angaben. KÜHNE[2] theilt mit, dass in demselben vermuthlich ein Eiweisskörper enthalten sei. Wir wissen ferner, dass die Kerne gegen Säuren und Alkalien eine ziemliche Resistenz zeigen; das alles aber giebt uns weder über die physiologische Bedeutung, noch über die Zusammensetzung des Kernes erheblichen Aufschluss.

In Rücksicht auf die Consistenz des Kernes äussert sich BRÜCKE, dass es darum eine eigene Sache sei. Die Zellentheorie sieht ihn als das erste feste Element der Zelle an, und doch ist dieses durch nichts erwiesen. Man kann nicht den widerlegen, der behauptet, der Kern sei von Haus aus eine sehr weiche Masse und er verhärte sich erst nachträglich; man kann hiergegen nicht anführen, dass der Kern oft schon in jungen Zellen eine bedeutende Consistenz zeigt.

Es ist schon oben ausgesprochen worden, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Kern des befruchteten Eies untergehe. Mit eben so grosser Wahrscheinlichkeit muss angenommen werden, dass sich der Kern der ersten Furchungskugel in derselben neu bilde. Wenn uns übrigens so genaue Untersuchungen über das Schwinden des Keimbläschens nicht zu Gebote stünden, so könnten wir doch den ersten Kern der Furchungskugel des Froscheies nicht aus dem Kerne des unbefruchteten Eies ableiten. Im unbefruchteten Eie haben wir es mit einem bläschenförmigen Kern zu thun. Man kann ihn unter einer starken Lupe bequem mit Nadeln zerreissen und die Membran darstellen.

---

1) Versuche am Blute. Wien. Sitzungsber. 1863. 2) Lehrb. d. phys. Chemie, Leipz. 1867.

In dem Säckchen findet man etwas klare Flüssigkeit und einige Körnchen. Der erste Kern der Furchungskugel aber ist ein vollkommen homogener und anscheinend weicher, kugeliger Körper.

Wenn gesagt wird, das Kernbläschen habe sich aufgelöst, und dann wieder gesammelt, so kommt das für die Lösung der Frage kaum in Betracht, denn es liegt dem keinerlei Erfahrung zu Grunde.

Was wir davon wissen ist, dass das befruchtete Ei anfangs keinen Kern erkennen lässt, und dass der Kern der ersten Furchungskugel in dem Protoplasma entsteht; dass er im jugendlichen Zustande, und einen solchen muss man in der Furchungskugel annehmen, aus einem Klümpchen Substanz bestehe, in dessen Zerfallproducten unter anderen auch Eiweiss gefunden werde. Dass dieser Kern endlich im Alter, und dafür darf das unbefruchtete Ei als Beispiel angeführt werden, in ein Bläschen umgestaltet werden könne.

Lionel Beale[1] hat der Bedeutung des Kerns eine plausible, wenn auch negative Fassung gegeben. Er fasst ihn sammt dem Protoplasma als »germinal matter« auf und stellt dieser ein »formed material« entgegen, welche die äusseren Grenzschichten einnimmt. Es liegt hierin wenigstens eine Andeutung, dass Kern und Protoplasma gewisse gemeinschaftliche Charaktere besitzen.

Noch weniger als über den Kern wissen wir übers Kernkörperchen. Man schrieb auch diesem letzteren eine besondere Bedeutung für die Fortpflanzung zu. Virchow beschreibt ganz umständlich seine Beobachtungen über die Theilung des Kernkörperchens. Mehr wissen wir auch über dieses nicht. Leydig spricht ihm jede Bedeutung ab, aber das geht auch nicht ohne weiteres an, wenn man bedenkt, dass das Kernkörperchen sich in manchen Fällen zu einem wirklichen Bläschen entwickelt, in welchem noch kleinere Körperchen Nucleololi beobachtet werden.

Zellengenese. Schleiden hat die Theorie von der ausschliesslichen Entstehung der Pflanzen aus homologen Bestandtheilen begründet. Er hat die kernhaltigen Zellen als die einzigen ursprünglichen Bestandtheile des Pflanzenembryo nachgewiesen, und die Entwickelung aller Gebilde überhaupt auf solche Zellen zurückgeführt. Diese Zellen sollten in einem Bildungsstoffe entstehen, und zwar zuerst die Kerne und dann erst die umhüllenden Membranen. Der Bildungsstoff sollte aber gemeinhin innerhalb schon vorhandener Zellen gefunden werden. Schwann sagte über die Entstehung der Zellen: »Es ist eine structurlose Substanz da, die nach ihrer chemischen Beschaffenheit und nach dem Grade ihrer Vitalität mehr oder weniger die Fähigkeit in sich trägt, die Entstehung von Zellen zu veranlassen«.

Nach Schwann aber sollte die extracelluläre Neubildung d. h. im freien Blasteme im Thierreiche der häufigere Vorgang sein. Ihm gegenüber stellte sich zunächst die Erfahrung der Embryologen. Die schon im Jahre 1824 durch Prevost und Dumas entdeckte Furchung des Froscheies führte im Anfang der

1) Die Struktur der einfachen Gewebe. Deutsch von Carus. Leipz. 1862.

vierziger Jahre zur Aussage, dass die Stücke, in welche das Ei zerfalle, Zellen seien. Es wurde dieses zuerst von Reichert [1] vertheidigt, und zwar stützte er sich darauf, dass er an den gefurchten Stücken vermeintlich die Zellenmembranen nachweisen konnte. Bergman [2] hat gegen den Nachweis dieser Membranen zwar sehr gegründete Einwände erhoben, er schloss sich aber dennoch mit sehr richtigem Verständnisse der Annahme an, dass die Furchungskugeln Zellen seien, dass sie aber anfangs nicht umhüllt sind, und erst nachträglich Hüllen bekommen.

Auch von Henle wurde der Furchungsprozess mit der Theilung der Zelle in Zusammenhang gebracht und Koelliker hat die Furchung des Cephalopodenkeims in ähnlichem Sinne gedeutet. Man ist aber von dieser Anschauung über die Zellengenese immer wieder abgegangen.

Das Verdienst diese Anschauung mit Consequenz vertheidigt zu haben, muss vor Allen Remak [3] zugeschrieben werden, insoferne er das Meiste dazu beigetragen hat, dass die Schwann'sche Lehre von der Zellenbildung verlassen wurde. Remak hat mit aller Sicherheit den Satz vertheidigt, dass bei Aufbau des Embryo keine andere Zellenvermehrung aufzufinden sei, als diejenige durch Theilung.

Remak schrieb sich auch das Verdienst zu, dasselbe Gesetz für die pathologische Bildung aufgestellt zu haben. Es unterliegt indessen keinem Zweifel, dass Virchow an der Eroberung dieses Terrain's bedeutenden Antheil genommen hat, und sein im Jahre 1855 vertheidigter Ausspruch: »omnis cellula e cellula« [4] ist füglich die Grundlage unserer jetzigen Zellentheorie.

Während solche Grundsätze auf der einen Seite für die Zellenbildung in zusammengesetzten Thierkörpern vertheidigt wurden, hat Pasteur durch glänzende Versuche bewiesen, dass die Annahme, es könnten sich andere Organismen frei in Flüssigkeiten entwickeln, auf Irrthümern beruhe, dass wenn man den Zutritt lebender Organismen zu solchen Flüssigkeiten verhindert, in denselben sich auch keinerlei Entwickelung nachweisen lasse. Es wird sich niemand verhehlen, das wir in Consequenz unseres Denkens die Annahme nicht von uns weisen können, dass einmal eine freie extracellulare Zellenbildung stattgefunden hat. Es ist auch nicht gerechtfertigt zu behaupten, dass jetzt keine solche vorkommt. Es darf aber behauptet werden, dass gegenwärtig keine einzige Beobachtung vorliegt, aus welcher sich unanfechtbar eine Generatio aequivoca folgern liesse.

Wir unterscheiden eine Zellbildung durch Theilung, dann durch Knospung und endlich eine endogene Zellbildung. Nach Brücke liegt der wesentliche Unterschied zwischen der letzteren und der ersteren darin, dass in dem einen Falle Zellen wie Embryonen im Mutterleibe entstehen und heranwachsen, in dem anderen Falle der Leib der Mutterzelle in Stücke zerfällt, die nun die zweite Generation darstellen.

---

1) Entwickelungsl. im Wirbelth., B. 1840. 2) Müller, Arch. 1841.
3) Entwickelungsgesch., Berlin 1852—55. 4) Virchow, Archiv 1855. Bd. 8. I. Heft.

Bei der Theilung kernhaltiger Zellen theilt sich in der Regel zuerst der Kern; er zieht sich in die Länge, wird bisquitförmig und dann schnüren sich endlich zwei Stücke ab, die auseinander rücken. Nicht jeder Kerntheilung folgt eine Zelltheilung, wohl aber ist sie gewöhnlich mit einem Wachsthume der Zellen verbunden. Es können Zellen um ein vielfaches grösser werden, die Kerne in ihnen sich auf zwanzig und darüber (in gerader oder ungerader Zahl) vermehren und doch wird keine Zellentheilung eingeleitet. Eine Kernbildung ausserhalb der Zellen ist, wie erwähnt, bis heute nicht nachgewiesen. Innerhalb der Zellen aber müssen wir neben einer Kernbildung durch Theilung eine Neubildung von Kernen annehmen.

Die Kernbildung geht in gleicher Weise der endogenen Zellenbildung wie der totalen Zerklüftung und Theilung der Zelle voraus.

Als ein Beispiel der endogenen Zellenbildung ist nach Weismann[1] die in Insecteneiern anzuführen: ob die Bildung der Eiterkörperchen in Epithelien (Buhl[2]) hieher oder zur Theilung (Remak) zu rechnen ist, bleibt fraglich.

Wenn sich alles Protoplasma innerhalb einer Kapsel oder Membran in zwei oder mehr Stücke zertheilt, so ist das nicht mehr als endogene, sondern als Zellbildung durch Theilung aufzufassen. Als Beispiele sind anzuführen die Knorpelzellen und die ersten zwei Furchungskugeln.

Wenn sich das nackte Protoplasma theilt, dann ist der Act selbstverständlich als eine Theilung aufzufassen. Als ein hieher gehöriges Beispiel ist ~~die~~ die Theilung der Eier im Eierstock junger Katzen (Pflüger) anzuführen.

Bei der Fortpflanzung durch Knospung erhebt sich vor der Zelle erst ein Fortsatz, eine Knospe, welche abgeschnürt wird. Als Beispiel gilt die Fortpflanzung der Hefenpilze, die Eibildung bei Nematoden (Meissner), dann die Knospenbildung des Keimes mancher holoblastischen Eier (Salmo fario) (Stricker). Die Abgrenzung einer Zelle aus dem mütterlichen Gebilde ist eine Bewegungserscheinung (Max Schultze). Für die Zellbildung durch Theilung ist darauf bezüglich folgendes bekannt: das Protoplasma contrahirt sich partiell, und zwar in einer rings um den Leib desselben beginnenden Zone. Aus der Contraction ergiebt sich eine Einschnürung, die immer tiefer greift, bis endlich das Protoplasma in zwei Stücke getheilt ist. Der ganze Process lässt sich an befruchteten Froscheiern unter dem Mikroskope verfolgen.

Wie sich bei der endogenen Zellenbildung im Mutterleibe die Tochter abgrenzt, darüber liegen keine directen Beobachtungen vor.

In vielen Fällen kennen wir die Reize, durch welche die Bewegungen veranlasst werden. In den befruchteten Eiern müssen wir die Spermatozoiden

---

1) Entw. der Dipteren, 1864.

2) Der Verfasser hat noch keine Gelegenheit gefunden, auf die von Volkmann und Steudener gemachte Mittheilung über das Einwandern von amöboiden Zellen in Epithelien und die Täuschungen, welche der Aussage über endogene Bildung in Epithelien zu Grunde liegen können, einzugehen. Für die Richtigkeit der Angaben Buhl's über Zellbildung aus den vorhandenen Epithelien steht er aber selbst ein und hat sie darum als Beispiel angeführt.

als die Körper ansehen, von welchen aus die erste Erregung geschieht. Zweifellos spielt bei der Furchung auch die erhöhte Temperatur eine bedeutende Rolle (siehe ob.). In vielen anderen Fällen ist uns die Anregung zur Theilung der Zellen unbekannt.

Die Abschnürung der Zellen ist dem Geburtsacte zu vergleichen. Bevor sie sich aber abschnüren, müssen sie hinreichend an Masse zugenommen haben, sonst würde der fortschreitenden Theilung bald eine materielle Grenze gesetzt sein. Das Wesen der Zellvermehrung liegt also in der Fähigkeit zu assimiliren.

An dem Principe, dass sich Zellen durch Abschnürung vermehren, kann nicht gerüttelt werden. Die Furchung der Eizelle ist ein Beispiel, welches keine zweideutige Auslegung zulässt.

Es kann aber darüber gestritten werden, ob gewisse Zellen im erwachsenen Organismus sich noch durch Abschnürung in dem einen oder andern Sinne vermehren können. Seitdem die Auswanderung farbloser Blutkörper bekannt geworden ist, können Zweifel darüber auftauchen, ob denn mit Ausnahme dieser sich auch noch andere Zellen vermehren.

Mit Ausnahme des Knorpels, wo an einer Zelltheilung eben so wenig gezweifelt werden kann, wie am befruchteten Eie, sind auch die Bilder, welche an Geweben des erwachsenen gesunden Organismus auf Theilung schliessen lassen, von keinem untrüglichen Werthe. Im Knorpel sieht man innerhalb der festen Grundsubstanz in Höhlen eingeschlossen die Abkömmlinge einer Mutter. In allen anderen Geweben aber, wo solche feste Grenzen rings um Zellenfamilien nicht anzutreffen sind, kann man nicht behaupten, dass zwei oder vier Zellen, die eng aneinander liegen, aus einer früher vorhanden gewesenen Mutter gleichen physiologischen Werthes entstanden sind. Es könnten in solchen Fällen Zellen von anderswoher eingewandert sein. Es wäre dann denkbar, dass die farblosen Blutzellen zur Regeneration für alle Gewebe des Thierleibes bestimmt sind.

Vom Standpunkte der Entwickelungsgeschichte liesse sich kein stichhaltiger Einwand erheben. Das Blut kommt zwar aus einem anderen Keimblatte, wie z. B. die Epithelien; aber schliesslich stammen alle Zellen aus den Furchungskugeln, und diese wieder aus dem befruchteten Eie. Wer weiss endlich, welcher Einfluss sich geltend machen muss, damit eine Furchungskugel Epithelzelle werde, und ob sich ähnliche Einflüsse auf junge Zellen nicht auch in der postembryonalen Zeit geltend machen können.

Man sieht häufig zweikernige Epithelzellen, und es wird allgemein angenommen, dass die Kerntheilung der Zelltheilung vorausgehe: das zugegeben, wer sagt uns dann, dass jeder Kerntheilung auch eine Zelltheilung folgt. Vielleicht ist die Kerntheilung in den Epithelien nur ein verkümmerter Process in Zellen, welche keiner Theilung mehr fähig sind.

Für ein sehr naheliegendes Object, für die Blutgefässe ist es indessen sichergestellt, dass sie sich theilweise aus sich selbst regeneriren, dass von den Capillaren Fäden auswachsen, welche wieder Capillaren werden.

Anders steht es beim Bindegewebe. Da nicht bezweifelt werden kann, dass einzelne Zellen, welche im Bindegewebe wandern, aus dem Blute stammen, so muss die Frage offen bleiben, ob sich die Bindesubstanz, da wo es die localen Verhältnisse gestatten, nicht überhaupt aus solcher Quelle regenerirt. W. Joung hat eine solche Bildungsweise für das ödematöse Scrotum mit Sicherheit ausgesprochen.

Ueber die Neubildung von Nerven und Muskelgewebe im gesunden erwachsenen Organismus wissen wir zu wenig, um hier darüber zu discutiren.

Das Hauptgewicht der Frage concentrirt sich auf die Drüsenzellen, auf die Epithelien, auf das rete Malpighii. Ist hier die Vermuthung gerechtfertigt, dass Henle's wichtige Entdekung von dem selbstständigen Wachsthum des rete einen Stoss erleiden kann?

Die Entwickelung von Epithelien aus Zellen des Bindegewebes ist schon vielfach vertheidigt worden, von Burkhardt, von Virchow und Förster. In der neuesten Zeit behauptet Pagenstecher[1] eine Entwickelung aus Exsudatzellen und Biesiadecki[1] spricht es direct aus, aus farblosen Blutzellen. Aus den neueren Untersuchungsmethoden kann die Veranlassung zu dem Ausspruche hauptsächlich von zwei Motiven ausgehen. Das Erste ist das Vorhandensein von Wanderzellen zwischen dem Epithel (Recklinghausen) und das zweite der Umstand, dass man nach der Injection von feinkörnigen Farbstoffen in das Blut solche nachträglich auch in den Epithelzellen antrifft.

Das letzte Motiv ist nicht zwingend. Farbstoffkörnchen können überall hin geschwemmt werden, wo eine Saftströmung existirt. Die Anwesenheit von Wanderzellen ist jedenfalls ein viel wichtigeres Motiv, aber gleichfalls nicht zwingend. Es hat Niemand beobachtet, dass sich die Wanderzellen als Epithelien festsetzen.

Es ist nicht massgebend, dass wir bis jetzt die Bedeutung der Wanderzellen nicht kennen, dass wir nicht wissen, was aus ihnen wird. Wenn Jemand behaupten wollte, die Wanderzellen haben die Bedeutung von Conjugationsorganismen, so könnte man ihn nicht mit mehr Recht widerlegen, als Jemanden, der behauptete, die Wanderzellen werden Epithelien.

Recklinghausen[2] hat über die Conjugation von Zellen eine Andeutung gegeben, welche sich aber wegen ihrer kurzen Fassung hier nicht verwerthen lässt.

Der Umstand, dass das schönste Vorbild der Zelltheilung, die Furchung nämlich, ohne Befruchtung nicht zu Stande kommt, gestattet uns nicht die Frage, ob die Conjugation von Zellen nicht ein häufigerer Vorgang sei, glattweg von uns zu weisen.

Formen der Zellen. Ueber die Form der amöboiden Zellen lässt sich keine allgemeine Angabe machen, denn es ist ihnen eigenthümlich die Form

1) Wiener Sitzungsber. 1868. 2) Max Schultze, Arch. Bd. II.

verändern zu können. Es lässt sich vermuthen, dass sie in sehr verschiedenen Formen auch absterben können, und es kann daher die Form der abgestorbenen amöboiden Zellen gleichfalls keiner bestimmten Angabe unterzogen werden. Es gilt diess indessen nur so lange, als die Zellen in Flüssigkeiten suspendirt sind. Dort, wo sie in grösseren Haufen zusammenliegen, platten sie sich gegenseitig ab. Die Furchungskugeln sind, so lange sie in ihrer natürlichen Lage sind, polyedrisch mit ebenen Flächen versehen, und je eine Grenzfläche einer Zelle berührt die Grenzfläche einer Nachbarzelle. Ein ähnliches Verhältniss findet überall statt, wo relativ weiche, schmiegsame Zellen einen gegebenen Raum vollkommen ausfüllen. Es kann übrigens eine Richtung (Axe) des Körpers über die anderen überwiegen. So ist es der Fall in den untersten Lagen der geschichteten Epithelien; diese bilden nämlich in der Regel Prismen, man sagt, sie sind pallisadenartig angeordnet. Die über den Prismen liegenden Zellen sind schon wieder polyedrisch ohne vorwiegende Axe. Die obersten Lagen der geschichteten Epithelien sind in der Regel abgeplattet.

In den geschichteten Epithelien des obersten Abschnittes des Athmungstractes sind die Zellen zumeist in die Länge gezogen, und zwar kommen hier hauptsächlich zwei Formen in Betracht, solche, welche einen kürzeren oder längeren cylindrischen oder flaschenartigen Körper und einen von der einen Seite auslaufenden Faden besitzen, und zwischen diesen befinden sich spindelförmige Zellen mit einem relativ kurzen Bauche, welcher beiderseits in dünne Fortsätze ausläuft. Da, wo die Zellen als einzelne Schichten Höhlen auskleiden, sind sie entweder verschieden gestaltete Platten (Endothelien-His) oder es ist die Längenaxe besonders prävalierend (cylindrische Epithelien) und dann kommen verschiedene Abstufungen vor zwischen Cylindern und Platten.

Die cylindrischen Zellen sind nicht Cylinder im Sinne der Stereometrie, sehr häufig sind sie conisch mit einer gegen die freie Höhle gewendeten Basis, und andere Male wieder aus einem konischen Körper und einem von der Spitze des Conus auslaufenden Faden zusammengesetzt. Die Zellen können ferner als sogenannte verästigte oder Zellen mit Ausläufern versehen vorkommen (Nervenzellen, Hornhautkörperchen), sie können sich endlich ausserordentlich in die Länge ziehen (Muskelzellen).

Als eine besondere Form von Zellen müssen diejenigen bezeichnet werden, welche mit Cilien versehen sind. Die Flimmerzellen an und für sich können sehr verschieden gestaltet sein, die Flimmerhaare aber sitzen immer nur an einer Fläche der Zelle, und zwar müssen sie immer frei in eine Höhle hineinragen.

Die Flimmerhaare können sehr verschieden lang sein, sie können den Längendurchmesser der Zelle um ein vielfaches überragen, wie das in den Nierenkapseln einiger Amphibien der Fall ist (Remak [1], Duncan [2]), sie können aber auch sehr kurz sein, so dass sie nur einen kleinen Bruchtheil des Längen-

1) Froriep's N. 1845. 2) Wien. Sitzungsb. 1867.

durchmessers der Zellen betragen; in solchem Falle erscheinen sie namentlich im Ruhezustande als ein mässig breiter Saum der Zelle. Auch die Dicke der Haare kann sehr verschieden sein; die Cilien an den oberflächlichen Zellen der abgefurchten Froscheier kann man bei einer guten 400fachen Vergrösserung kaum noch wahrnehmen, die Cilien aber an Anodonta-Kiemen sind an ihrer Basis schon bei viel schwächerer Vergrösserung sehr gut sichtbar.

Verbindung der Zellen unter einander. Seitdem wir in der Behandlung der Gewebe mit verdünnten Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd (Recklinghausen) ein Mittel kennen gelernt haben, durch welches gewisse Verschiedenheiten der Structur kenntlich gemacht werden, wissen wir, dass zwischen den Zellen, da wo sie sich scheinbar berühren, noch eine Substanz vorhanden ist, durch welche sie aneinander gekittet sind. Recklinghausen hat auf diese Weise eigenthümliche Zeichnungen in den feinsten Lymphgefässen kenntlich gemacht. Eberth, Aeby und Auerbach[1] haben in ähnlicher Weise eigenthümliche Zeichnungen an den Blutcapillaren erwiesen. Aehnliche Zeichnungen sind ferner überall da hervorzubringen, wo sich Zellen aneinander legen.

Es ist gegen die Deutung der durch das Silber hervorgerufenen Linien in den Blutcapillaren opponirt worden.

Die Opposition gründete sich auf die Erfahrungen der Entwickelungsgeschichte. Diese lehrt uns, dass die Blutcapillaren als solide Fäden beginnen und dann hohl werden. Wir wissen aber jetzt durch die Untersuchungen von Reitz[2], dass die Zotten der Placenta gleichfalls als solide Fäden anfangen, dann hohl werden, und dass endlich, nachdem eine reiche Kernwucherung stattgefunden hat, die Protoplasmahülle der hohlen Zotte in cylindrische Zellen abgetheilt wird. Wir sehen also, dass sich ein grosser Protoplasmakörper in Zellen abtheilen kann.

In demselben Sinne müssen wir jetzt die Blutcapillaren deuten; sie werden nach Art des Kanonenrohrs angelegt, sind aber nachträglich wie Schornsteine gebaut, indem sich in der Wand Zellenabgrenzungen, richtiger gesagt Kittsubstanzen entwickelt haben.

Es lehrt uns dieser Vorgang, dass die Kittsubstanz metamorphosirter Zellenleib, und daher in die Reihe der Intercellularsubstanzen zu setzen ist.

Die Zellen können sich entweder mit ebenen Flächen aneinander legen, oder aber sie können an ihren Flächen kleine Vorsprünge, Stacheln oder Riffe tragen, und sich mit diesen Stacheln wie Bürsten aneinander schmiegen (Max Schultze[3]). Sie können sich auch theilweise mit ebenen Flächen und theilweise durch Ineinandergreifen von Stacheln verbinden (F. E. Schultze[4]). Insofern wir die Kittsubstanzen in die Reihe der Intercellularsubstanzen setzen, besteht kein durchgreifender morphologischer Unterschied zwischen der Ver-

1) Centralbl. 12, 13, 14. 1866.
2) Wien. Sitzungsberichte 1868.
3) Centralblatt 1864. Nr. 12.
4) l. c.

bindungsweise der Epithelien, der Endothelien und der Zellen der Bindesubstanzen. Wir haben es zunächst mit einem metamorphosirten Zellkörper zu thun, durch welchen die Formelemente verbunden sind.

Ausser der Verbindung durch Intercellularsubstanz kennen wir noch eine Verbindung der Zellen durch Ausläufer.

Wir haben schon früher eine Eigenschaft der Zellen kennen gelernt, vermöge welcher sie unter gewissen Verhältnissen zusammenfliessen; wir haben auch dargethan, dass diese Erscheinung während des Lebens der Zellen eintreten kann. Wir können also die Fähigkeit der Protoplasmamassen, sich mit einander zu verbinden, nicht bezweifeln. Dennoch ist der mikroskopische Nachweis directer Verbindungen (Verschmelzung) von Zellen nicht über jeden Zweifel erhaben. Es können die Verbindungen durch Kittsubstanzen hergestellt sein, welche bis jetzt nicht nachgewiesen wurden.

Vom physiologischen Standpunkte aus aber muss eine Verbindung der Ausläufer von Nervenzellen unter einander angenommen werden. Es widerspräche wenigstens unseren Erfahrungen über die Nervenleitung, wollten wir annehmen, dass zwischen den einzelnen Nervenzellen Kittsubstanzen eingeschaltet sind.

Die Nervenzellen ausgenommen lässt sich für alle angenommenen oder nachgewiesenen Zellenverschmelzungen der oben geltend gemachte Einwand erheben.

Eintheilung der Zellen. Man theilt die Zellen gewöhnlich ein nach ihren physiologischen Functionen. Durchgreifend ist indessen dieser Eintheilungsgrund bis jetzt nicht, weil wir die Functionen vieler Zellengruppen noch nicht kennen. Wir wissen z. B. nicht genau, wohin die farblosen Blutkörper ihrer Function nach zu setzen sind; es ist ferner nicht wahrscheinlich, dass alle auf einer membranösen Ausbreitung vertheilten Zellen, wie Epithelien und Oberhautzellen, functionell gleichartig sind. So sind zwischen den Oberhautzellen der Fische eigenthümliche, kolbenartige Zellen (Max Schultze); ferner zirkelkopfartige Zellen (F. E. Schulze), Wanderzellen, Becherzellen u. a. beschrieben. Alle diese Zellen sind wahrscheinlich functionell verschieden und könnten nach unserem Eintheilungsgrunde nicht in eine Gruppe Oberhautzellen zusammengethan werden.

Man pflegt auch einzelne morphologische Merkmale, einzelne genetische Beziehungen mit in den erstgenannten Eintheilungsgrund hineinzuziehen, wir werden aber sehen, dass keines dieser Merkmale für sich dem gedachten Zwecke genügt.

Der Function nach haben wir zu unterscheiden: Nervenzellen, Muskelzellen, rothe Blutzellen (Athmungsorganismen), Drüsen oder Secretionszellen, Flimmerzellen, und endlich Zellen der Bindesubstanzen, als deren Function der Aufbau des Gerüstes der Thierkörper zu betrachten ist. Hieran reihen sich solche Zellen, deren Bedeutung wir nur aus ihrer räumlichen Stellung

und Anordnung beurtheilen. Dazu gehören die Zellen der Oberhaut, dann die Endothelien und jene zelligen Auskleidungen der Schleimhäute, denen wir keine specifische Secretion zuschreiben (Epithel des Oesophagus der Harnröhre ct.). Wir suchen ihre Function darin, dass sie Höhlen abgrenzen, wichtige Organe (Cutis) gegen äussere Schädlichkeiten schützen, müssen aber in Rücksicht auf die morphologischen Unterschiede zugeben, dass wir die Function eines Theiles derselben gar nicht kennen.

Zuletzt stehen endlich die farblosen Blut- und Lymphkörper. Nun wissen wir von diesen, dass sie höchst wahrscheinlich zur Regeneration der rothen Blutkörper bestimmt sind, aber wir wissen auch, dass sie ganz anderen Zwecken dienen können.

Nach der Genese kann man die Zellen eintheilen, je nach den Keimblättern, aus welchen sie stammen. So glücklich aber auch die Eintheilung der Auskleidungszellen in Epithelien und Endothelien (HIS) nach diesem Principe ausgeführt wurde, so ungünstig steht es mit der weiteren Verwerthung der Genese. Man müsste die Zellen der Hautdrüsen von denen der Darmdrüsen trennen, weil jene aus dem oberen, diese aus dem unteren Keimblatte hervorgehen. Ferner müssten alle Hautdrüsen in die Reihe der Oberhautzellen, alle Epithelien in die Reihe der Secretionszellen, und endlich Bindegewebe, Muskel und Blut in eines zusammengethan werden. Wenn sich auch gegen manche dieser Zusammenstellungen nichts einwenden liesse, ganz aufrechterhalten könnten wir eine solche Eintheilung doch nicht.

Die morphologischen Eigenschaften werden meist nur zum Grunde für Unterabtheilungen verwendet, die in den folgenden Capiteln ihren Platz finden.

Formative Thätigkeit der Zellen. Die Erkenntniss, dass der Thierleib, Ingesta ausgenommen, nur aus Zellen oder Zellenderivaten besteht, gehört mit zu den besten Errungenschaften SCHWANN's. Die folgenden Capitel werden das Thatsächliche, worauf sich diese Aussage gründet, ausführlich darstellen. Hier kann nur auf die allgemeine Bedeutung der Zellen für den Thierleib hingewiesen werden und in Rücksicht auf ihre formative Thätigkeit mag also die Andeutung genügen, dass alles Organisirte des Thierleibes, was nicht Zelle ist, aus Zellen oder durch dieselben entstanden sein muss. Ausser den organisirten Bestandtheilen des Thierleibes sind noch die in demselben vorhandenen chemischen Verbindungen, insofern sie nicht als solche eingeführt wurden, als Producte der Zellenthätigkeit anzusehen; es ist aber nicht thunlich die nicht organisirten Körper, auch wenn sie als feste Verbindungen abgelagert werden, der formativen Thätigkeit der Zelle zuzuschreiben. Auf Rechnung dieser setzen wir nur all das, was durch Umgestaltung der Zellen zu organisirten Bestandtheilen des Thierleibes wird.

Veränderungen der Zellen im Tode. Es ist in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob eine Zelle noch lebt; es genügt nicht zu wissen, dass man das Präparat einem lebenden Thiere oder der Leiche eines vor einigen Stunden

verstorbenen Thieres entnommen hat. Wenn die Zellen keine amöboiden Bewegungen machen, und wenn sie andererseits nicht einem in Verwesung befindlichen Leichentheile entnommen sind, ist die Entscheidung nach beiden Richtungen hin schwer, zuweilen unmöglich.

Chemische Reactionen können uns, bei dem heutigen Stande unseres Wissens, darüber nicht belehren, wenn nicht etwa die Eingriffe so wenig intensiv sind, dass sie eben nur Bewegungen anregen, aber keine tiefgreifenden Zerstörungen bewirken. Dasselbe gilt von allen anderen Eingriffen; sie können uns über das Leben der Zellen nur dann belehren, wenn sie Veränderungen bewirken, welche wir erfahrungsgemäss dem Leben zuschreiben dürfen. Andererseits ist es häufig leicht zu entscheiden, dass eine Zelle todt ist. Die meisten chemischen Reactionen beziehen sich auf Erscheinungen an Zellenleichen. Die Bilder, welche uns die durch chemische Eingriffe abgetödteten Zellen bieten, sind so mannigfach, dass sie nicht besonders aufgezählt werden können. Die wichtigsten sind bereits in dem Capitel »Methodik« abgehandelt worden. Wenn die Zellen durch intensive elektrische Ströme, durch hohe Temperaturen oder durch mechanische Eingriffe getödtet werden, kann die Entscheidung über ihren Zustand, nach dem, was bisher über diese Eingriffe gesagt wurde, gleichfalls nicht zweifelhaft sein. Wenn aber keine auffälligen Deformationen (Quetschung, Zerreissung, Berstung), keine auffälligen physikalischen Veränderungen (Trübung, Gerinnung) und auch aus den Conservirungsverhältnissen keine Anhaltspunkte gefunden werden, um den Tod der Zellen zu erschliessen, ist den Aussagen über denselben vorläufig kein wissenschaftlicher Werth beizulegen.

Capitel II.

Von den Bindesubstanzen.

Von

A. Rollett,

Professor der Physiologie in Graz.

Es ist in der Histologie gebräuchlich geworden, unter dem Namen der Bindesubstanzen eine Reihe von Geweben zusammen zu fassen. Aus diesen Geweben sind jene Bestandtheile des Thierleibes gebildet, die ihrer allgemeinsten Bedeutung nach als Grundlage, Träger oder Umhüllung für Epithelialgebilde, Blut, Lymphe, Muskeln und Nerven angesehen werden können. Bei den Wirbelthieren umfasst die Gruppe der Bindesubstanzen das Bindegewebe, das Knorpelgewebe, das Knochengewebe, das Gewebe der Hornhaut und des Zahnbeines.

Die Gewebe der Bindesubstanzen geben aus dem mittleren Keimblatte hervor, aus welchem sich übrigens auch das Blut und die Muskeln entwickeln. Die typischen Bindesubstanzen zeichnen sich in histologischer Beziehung dadurch aus, dass sie grössere zusammenhängende Lager von Substanz (Intercellularsubstanz) enthalten, die im Vergleich mit den in jene Substanz eingelagerten zelligen Gebilden (Protoplasma) oder den Formbestandtheilen anderer Gewebe unter allen Umständen als eine mehr passive an den Lebensvorgängen wenig betheiligte Masse erscheint. Und diese Massen bestehen grösstentheils aus Leimbildnern (Collagen, Chondrigen, Ossein). Durch Substitution oder genetische Nachfolge gehen die Gewebe der Bindesubstanz oft in einander über, sie erscheinen ferner als morphologische Aequivalente, indem bestimmte Organe oder Organtheile oft nahe verwandter Thiere bald aus dem einen, bald aus dem anderen jener Gewebe gebildet werden. Sind die eben berührten Thatsachen auch geeignet, uns eine Zusammenfassung unserer Gewebe in eine Gruppe zu empfehlen, so waren sie doch nicht die ausschliessliche und nächste Veranlassung, welche zur Aufstellung der Bindesubstanzgruppe geführt hat. Die letztere ist vielmehr gebräuchlich geworden seit man Versuche darauf richtete für jene Gewebe einen verwandten Entwickelungsgang und eine daraus abzuleitende homologe Bedeutung ihrer mikroskopischen Bestandtheile nachzuweisen.

Das Schicksal der so entstandenen Bindegewebstheorien war ein sehr wechselvolles. Zuerst trat Reichert [1] mit seiner Verwandtschaftslehre auf. Darnach sollten die Bindesubstanzen eine Grundsubstanz enthalten, die aus einer Verschmelzung von Zellen oder doch gewisser Antheile derselben mit einer formlosen Intercellularsubstanz entstehen. Mit diesem Entwickelungsmodus brachte Reichert die von ihm behauptete Strukturlosigkeit des bis dahin für faserig gehaltenen eigentlichen Bindegewebes in Zusammenhang und mit beiden die Abwesenheit eines sichtbaren Grenzcontours der aneinanderstossenden verwandten Gewebe oder wie er sich ausdrückte die »Continuität« ihrer Grundsubstanzen.

Diese Theorie wurde von ihrem Anfange an von Henle [2] entschieden bekämpft und hatte sich vorerst überhaupt keiner besonderen Anerkennung zu erfreuen.

Wenn auch die von Reichert gelehrte und jetzt widerlegte Strukturlosigkeit des Bindegewebes ihre Anhänger fand, und wenn auch Virchow zu den letzteren zählte, so entspricht es doch den Thatsachen nur wenig, wenn man, wie das häufig geschieht, die von Virchow in den fünfziger Jahren ausgesprochene Bindegewebstheorie als eine Fortbildung der Reichert'schen hinstellt.

Virchow [3] und Donders [4] gebührt das Verdienst auf die Persistenz von Zellen im reifen Bindegewebe aufmerksam gemacht zu haben. Und Virchow benutzte seinen Fund, indem er die Zellen des Bindegewebes (Bindegewebskörperchen) für die Analoga der Zellen des Knorpel- und Knochengewebes erklärte, zur Aufstellung eines einfachen Schemas [5] für den Bau der Bindesubstanzen; so wie er andererseits auf die Reizung, Vegetation und Proliferation jener Gewebezellen eine Reihe der wichtigsten pathologischen Processe zurückzuführen suchte und die weitgehende Gedankenentwickelung seiner Cellularpathologie daran knüpfte.

Nach Virchow's Schema sollte der grösste Theil der zur Gruppe der Bindesubstanzen gehörigen Gewebe aus Intercellurlarsubstanz bestehen. Die letztere ist nur bei den einzelnen Gliedern der Reihe ihrer chemischen Natur nach verschieden und enthält mannigfach geformte, aber in ihren verschiedenen Formen in allen Bindesubstanzen wiederkehrende (identische) Zellen eingebettet. Um Virchow hatte sich eine grosse Zahl von Anhängern geschaart. Die besonderen Methoden, deren sich Virchow bei seinen Untersuchungen bediente, brachten es aber mit sich, dass er auch Bilder, welche mit Bindegewebszellen nichts zu thun hatten, als solche beschrieb, und dass er für das Bindegewebe ebenso wie schon frühere Forscher für das Knochengewebe zur Annahme vielfach verbundener Zellausläufer geführt wurde, die als plasma-

1) Beiträge zur vergleichenden Naturforschung etc. Dorpat 1845.
2) Canstatt's Jahresbericht für 1845. Bd. I. p. 55 und 1847 Bd. I. p. 44.
3) Würzburger Verhandl. Bd. II. p. 154 u. 314.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 3. p. 348.
5) Cellularpathologie.

tisches Kanalsystem das Gewebe nach allen Richtungen durchdringen sollten. Beides rief Henle's[1] entschiedenen und beharrlichen Widerspruch gegen die Bindegewebskörperchen im Sinne Virchow's hervor.

Es bedurfte einer genauen Sichtung der mikroskopischen Bilder, deren endliches Resultat war, dass man sich ziemlich allgemein von der Existenz persistirender Zellen im reifen Bindegewebe überzeugte.

Mittlerweile hatte aber durch Max Schultze's[2], Brücke's[3] und Anderer Bemühungen die von Schwann begründete und bis dahin giltige Zellenlehre eine gründliche Umgestaltung erlitten. Man konnte sich die thierischen Zellen nicht mehr als gleichmässige, nach einem bestimmten Schema gebaute vegetative Elementartheile vorstellen. Das konnte nicht ohne Einfluss auf die Vorstellungen bleiben, welche man sich von dem Bau der Bindesubstanzen machte. Noch directer wurde aber die Bindegewebsfrage berührt durch die Anschauungen, welche M. Schultze gleichzeitig über die festen Intercellularsubstanzen der thierischen Gewebe aussprach. Man hatte bis dahin meist die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels als das Prototyp einer formlosen Intercellularsubstanz, gewöhnlich als den Ausgangspunkt für die Betrachtungen über die letzteren genommen. Max Schultze hob dagegen die bis dahin wenig beachteten Angaben Remak's und Fürstenberg's über die Grundsubstanz des Knorpels hervor und suchte zu zeigen, dass man es hier nicht mit einer Intercellularsubstanz im Sinne eines erhärteten Ergusses zwischen die Zellen zu thun hat, sondern dass vielmehr die sogenannte Intercellularsubstanz vom Anfange an geformt aus dem Protoplasma der Zellen hervorgehe.

Das musste unmittelbar dazu auffordern, auch die genetische Bedeutung der Grundsubstanz des Knochens und die fibrilläre Substanz des Bindegewebes einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

In der That äusserte sich Max Schultze[4] auch sogleich für die fibrilläre Substanz des Bindegewebes dahin, dass sie aus dem »Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung genäherter Embryonalzellen« entstehe. Nur eine dünne Schicht des Protoplasma, welche um den Kern der ursprünglichen Zellen liegt, bleibe mit dem Kern als wandungslose Bindegewebszelle (Bindegewebskörperchen) zurück. Es muss nun auch erwähnt werden, dass mehr unabhängig von den deutschen Bestrebungen, in England von Beale[5] über die Entwickelung des Bindegewebes ähnliche Ansichten ausgesprochen wurden. Nach Beale's eigenthümlicher Terminologie ist das Bindegewebe anfänglich aus Elementartheilen (Zellen) zusammengesetzt, die aus Keimstoffe, germinal matter (Protoplasma), bestehen, später bildet sich ein Theil der Keimsubstanz in geformte Substanz, formed material (beim Bindegewebe die

1) Canstatt's Jahresbericht 1851. I. Bd. p. 22 u. s. f. 1852 I. Bd. p. 20. 1853 I. Bd. p. 8. Ferner Henle's Jahresbericht für 1858 p. 53, fur 1859 p. 28.

2) Reichert und Du Bois Archiv 1861. p. 1.

3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 44. 1861. p. 381.

4) l. c. p. 13.

5) Die Struktur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers, deutsch von V. Carus. Leipzig 1862 p. 36 u. d. f. und p. 96 u. d. f.

fibrilläre Substanz) um, die also früher im Zustand der Keimsubstanz vorhanden war und auf deren Kosten entstand. Ein ähnliches genetisches Verhältniss nahm Beale, der seine Anschauungen ziemlich allgemein aussprach, auch für die Grundsubstanz des Knochen- und Knorpelgewebes und deren Zellen an.

Für das Knochengewebe suchte aber besonders Waldeyer [1] durch seine schönen Untersuchungen über den Ossificationsprocess jene Anschauungen zu bewähren. Es ist ersichtlich, dass mit dem Nachweis des angedeuteten Entwickelungsmodus für das Knochen-, Knorpel- und Bindegewebe erst wieder eine, wenn auch andere genetische Uebereinstimmung als nach Virchow's Theorie gewonnen wäre.

Wie weit aber die hier einschlagenden Fragen bisher zum Abschlusse gebracht worden sind, soll sich aus der speciellen Darstellung ergeben.

Während man über die Histogenese der Bindesubstanzen zu den angeführten Anschauungen gelangte, wurden noch auf anderem Wege, durch die Untersuchung des lebenden Bindegewebes, neue Ausgangspunkte für wichtige allgemeine Fragen über die Lebensvorgänge im Bindegewebe gewonnen. Von Recklinghausen [2] wies nach, dass im lebenden Bindegewebe Zellen vorkommen, welche mit den weissen Blutkörperchen (Lymph- oder Eiterkörperchen) übereinstimmen und in Folge der amöboiden Bewegungen, deren sie fähig sind, ihren Ort im Gewebe fortwährend ändern. Von Recklinghausen stellte ferner fest, dass bei der Eiterung entgegen der von Virchow aufgestellten Lehre von der Bildung des Eiters durch Wucherung der Gewebezellen, für das Bindegewebe vielmehr eine Einwanderung der beweglichen Zellen von aussen angenommen werden muss. Man musste diese Thatsachen mit um so grösserem Interesse verfolgen, nachdem Stricker [3] die Durchgängigkeit der Gefässwände zunächst für die rothen Blutkörperchen constatirt hatte. In der That sah sich Cohnheim [4] auf diese Vorarbeiten und die directe Beobachtung gestützt zu dem Ausspruche veranlasst, dass die eitrige Infiltration wirklich nur auf der Auswanderung farbloser Blutzellen durch die Gefässwände in's Gewebe beruht. Die also nachgewiesenen Beziehungen zwischen dem Blut und den Geweben müssen aber, wie wir sehen werden, auch noch bei anderen, die Bindesubstanzen betreffenden Fragen im Auge behalten werden. Es sollen nun im Nachfolgenden die drei typischen Bindesubstanzen, das Bindegewebe, Knorpel- und Knochengewebe, einzeln dargestellt werden. Hornhautgewebe, Zahnbein u. s. w. sollen wegen ihres beschränkteren und speciellen Vorkommens in bestimmten Organen besonderen Schilderungen vorbehalten bleiben.

---

1) Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. I. p. 354. 2) Virchow's Archiv Bd. XXVIII. p. 157. 3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52. p. 379.

4) Virchow's Archiv. Bd. XL. p. 1. Kosinski (Wiener med. Wochenschrift Nr. 56 u. 57 1868) hat jüngst auf ältere aber unbeachtet gebliebene Beobachtungen von Waller (Philos. Mag. Tom 29) über das Verhalten der weissen Blutkörperchen bei der Entzündung hingewiesen.

Vom Bindegewebe.

Bindegewebe pflegt man eine Reihe verschiedener Gewebeformen zu nennen. Ursprünglich wurde in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts von Johannes Müller[1] die tela cellulosa[2] der älteren Anatomen mit jenem Namen belegt. Da man sich aber zu jener Zeit schon überzeugt hatte (Jordan[3]), dass dieses Gewebe wesentlich aus sehr feinen Fasern zusammengesetzt ist, wie sich eben solche auch als der hauptsächlichste Bestandtheil der Sehnen, Fasern, Häute und anderer geformter Theile des Organismus nachweisen lassen, so wurden alle diese Gebilde mitsammt der tela cellulosa als aus Bindegewebe bestehende Theile des Organismus zusammen gefasst. Man beschränkte sich aber vorerst mit der Bezeichnung eben auf ein Fasergewebe von ganz bestimmten histologischen und chemischen Charakteren.

Diese Beschränkung ist aber alsbald immer mehr dem thatsächlichen Gebrauche gewichen. So wie man aus Gründen der Uebereinstimmung und des Zusammenhanges in functioneller Beziehung eine Reihe mikroskopisch zu unterscheidender Gebilde unter gemeinsame Bezeichnung als Muskeln, Nerven u. s. w. zusammenfasste, so führten auch ähnliche Gründe zu einer allgemeineren Anwendung der Bezeichnung Bindegewebe und zur Unterscheidung mehrerer Formen dieses Gewebes.

Als mikroskopische Formbestandtheile können wir im Bindegewebe in dieser weiteren Bedeutung unterscheiden: Zellen, aus solchen gebildete Netze und Balken, eigenthümliche feine unverzweigte, meist zu Bündeln vereinigte Fasern (Bindegewebsfibrillen) und endlich Fasern, welche sich von den eben genannten durch ihre Resistenz gegen Essigsäure und Alkalien auszeichnen, die sich häufig verzweigen, Netze bilden und zu Platten verschmelzen (elastische Fasern).

Von den Zellen des Bindegewebes im Allgemeinen. In allem Bindegewebe, mag dasselbe einem ausgewachsenen oder in der Entwickelung begriffenen Organismus entnommen sein, findet man Zellen, deren Anzahl in verschiedenen Objecten in sehr weiten Grenzen schwankt. Man beobachtet an den im Bindegewebe vorkommenden Zellen so verschiedene Zustände der Thätigkeit, Entwicklung, Metamorphose und Rückbildung, und weiss über die stoffliche Zusammensetzung und Aenderung, über die physiologischen Eigenschaften derselben und ihren genetischen Zusammenhang noch so wenig, dass es nicht möglich ist, eine allgemeine Charakteristik der Bindegewebszellen oder einzelnen Arten derselben zu geben.

Dagegen lässt sich über den Nachweis der im Bindegewebe vorkommenden Zellen Einiges anführen und so eine Uebersicht über dieselben gewinnen.

---

1) Handbuch der Physiologie. Bd. I. Coblenz 1835. p. 410.

2) Die Lehren von G. Fr. Treviranus (1816), H. Milne-Edwards (1823) siehe bei E. H. Weber, dessen Ausgabe von Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. Braunschweig 1830.

3) Müller's Archiv 1834. p. 410.

Vor allem ist in dieser Beziehung die von v. RECKLINGHAUSEN[1] und KÜHNE[2] begonnene Untersuchung des lebenden Gewebes anzuführen.

Im lebenden Gewebe lassen sich die Zellen des Bindegewebes dort beobachten, wo es gelingt, dünne für stärkere Vergrösserungen noch hinreichend durchsichtige Stückchen dieses Gewebes rasch und ohne viele Präparation zu gewinnen. Dieselben werden dann mit einer unschädlichen Zusatzflüssigkeit, Serum, humor aqueus, Jodserum und unter Anwendung einer feuchten Kammer der mikroskopischen Beobachtung zugeführt. An solchen Objecten wurde das Vorkommen von wandernden Zellen im Bindegewebe von v. RECKLINGHAUSEN[3] zuerst beobachtet. Nachdem derselbe nachgewiesen hatte, dass die Zellen des Eiters amöboide Eigenschaften besitzen, wie sie bis dahin an den weissen Blut- und Lymphkörperchen bekannt waren, zeigte er auch, dass den noch im Gewebe z. B. der entzündeten Hornhaut oder dem Mesenterium des Kaninchens liegenden Eiterzellen dieselbe Beweglichkeit zukommt. Es ergab sich aber bei seinen Untersuchungen auch, dass solche junge, mit den weissen Blutkörperchen übereinstimmende Zellen in geringer Anzahl auch normal in der Hornhaut des Auges, im Schwanz der Batrachierlarven, im Netz und an anderen Orten zur Beobachtung kommen.

Stösst man auf solche Zellen im Bindegewebe, so zeichnen sie sich durch ihren verhältnissmässig rasch vor sich gehenden Formenwechsel aus, die zugleich oft beträchtliche Ortsveränderungen der Zellen im Gewebe herbeiführen, woher der von v. RECKLINGHAUSEN eingeführte Name der wandernden Zellen.

In Bezug auf diese Zellen sei zunächst auf die allgemeine Zellenlehre und die Lehre vom Blut verwiesen. Hier sei nur angeführt, dass sich dieselben von anderen im Thierkörper vorkommenden auch beweglichen Zellen gut unterscheiden lassen. Unter den Zellen, welche im Bindegewebe des entwickelten und ausgewachsenen Organismus vorkommen, sind die eben genannten mit den weissen Blutkörperchen übereinstimmenden Zellen am besten charakterisirt, sie allein verdienen im eigentlichen Sinne amöboide Zellen genannt zu werden. Es sind diese Zellen, wenn es erlaubt ist sich so auszudrücken, die lebendigsten, am meisten labilen Formen, welche man im gegebenen Falle im Bindegewebe beobachten kann. Durch die Untersuchungen, welche STRICKER[4] über die Durchgängigkeit der Gefässwände für geformte Bestandtheile des Blutes, COHNHEIM[5], HERING[6] über den Austritt der weissen Blutkörperchen durch die Gefässwand in die Gewebe gemacht haben, ist die Herkunft der wandernden Zellen des Bindegewebes aus dem Blute für einzelne Fälle sicher bewiesen und überhaupt in hohem Grade wahrscheinlich gemacht.

Im Schwanze lebender Batrachierlarven lassen sich die wandernden Zellen

---

1) l. c. 2) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864. p. 109. 3) l. c. 4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52. p. 379. 5) l. c. 6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 691.

am bequemsten beobachten (von Recklinghausen [1], F. E. Schulze [2]) und von den übrigen in der Gewebsanlage enthaltenen Zellen unterscheiden. An diesem Object hat Golubew mir das Auswandern jener Elemente aus den Gefässen wiederholt gezeigt.

Für das Blut der Frösche lässt sich zeigen, dass die amöboiden Zellen des Blutes zur Regeneration der rothen Blutkörperchen dienen, in welche sie sich durch einen gut zu verfolgenden Process der Metamorphose umwandeln (Golubew) [3]. Wir müssen uns darum fragen, ob sich auch für die amöboiden Zellen des Bindegewebes eine weitere Metamorphose nachweisen lässt, denn damit hängt die weitere wichtige Frage zusammen, ob alles oder wie viel bei Entwicklung und Wachsthum des Bindegewebes auf Rechnung einer Proliferation der in der ursprünglichen Anlage enthaltenen Gewebezellen zu setzen ist; oder aber ob dabei auch, wie das für pathologische Bildungsprocesse bereits nachgewiesen ist, amöboide Zellen betheiligt sind, die an localisirten Keimstätten im Organismus entstanden und erst dann in das Gewebe eingewandert sind.

Vorläufig lässt sich, bis weitere sichere Befunde vorliegen werden, die letztere Möglichkeit nur andeuten. Ein wesentliches Hülfsmittel für solche Untersuchungen werden, wenigstens bei Fröschen und anderen Kaltblütern, die von v. Recklinghausen, Cohnheim, Iwanoff und Anderen bei ihren Studien benutzten Einspritzungen körniger Pigmente abgeben, die von den amöboiden Zellen aufgenommen und festgehalten, geeignet sind, spätere Entwicklungsphasen jener Zellen zu kennzeichnen.

Wir wenden uns nun zu jenen Zellen des Bindegewebes, welche von den beschriebenen amöboiden Zellen zu unterscheiden sind, und werden zunächst wieder ein bestimmtes, dem lebenden Gewebe entnommenes Object ins Auge fassen und zwar jenes, welches durch Kühne's [4] Untersuchungen so bekannt geworden ist. Es ist dieses das Bindegewebe, welches in Form glasheller Membranen zwischen den Muskeln des Ober- und Unterschenkels von Fröschen vorhanden ist. Mit Kühne kann man an den in diesem Objecte sichtbaren und von den wandernden verschiedenen Zellen mehrere Formen unterscheiden.

Sie erscheinen sämmtlich aus einer körnigen Masse gebildet, während aber die einen an ihren Grenzen wie ein feinkörniges Wölkchen von dem durchsichtigen und nur von spärlichen Fasern durchzogenen Grunde sich absetzen, erscheinen die anderen aus einer mit grösseren stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzten Substanz gebildet. Die grobkörnigen Zellen besitzen meistens eine langgestreckte Gestalt. Der Kern, an dessen Stelle die Zelle am breitesten ist, erscheint elliptisch und ist hell und von einem doppelten Contour begrenzt, oder erscheint im verdickten Theil der Zelle nur undeutlich begrenzt und gleichförmig von der körnigen Masse bedeckt. Man bemerkt, dass solche grobkörnige Zellen oft zu zweien oder auch mehreren mit ihren Spitzen unmittelbar an einander

---

1) l. c. 2) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. II p. 378.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Sitzung vom 16. April 1868.
4) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864. p. 109.

stossen. Ausser den spindelförmigen grobkörnigen Zellen kommen manchmal auch mehr gedrungen und rundlich erscheinende solche Zellen zur Beobachtung.

Die feinkörnigen Zellen sind entweder mit einem deutlichen, ovalen, hellen Kern versehen, oder aber es erscheint nur ihre Masse an einer Stelle kernähnlich zusammengeballt. Die feinkörnigen Zellen senden eine wechselnde Anzahl an Länge und Dicke verschiedener Fortsätze, mittelst welcher sie oft unter einander zusammenhängen, nach verschiedenen Richtungen hin aus. An diesen feinkörnigen Zellen sind bei anhaltender Betrachtung langsame Formenwechsel zu verfolgen. Dieselben sind um vieles träger als die der wandernden Zellen und führen zu keiner merklichen Ortsveränderung. Gerade in dem Objecte, welches dieser Beschreibung zu Grunde liegt, kommen häufig auch wandernde Zellen zur Beobachtung, und man kann dann durch directe Vergleichung die Verschiedenheiten im Bewegungsmodus und den übrigen Eigenschaften beider Zellformen leicht erkennen. Die wandernden Zellen sind im Allgemeinen kleiner. Essigsäure macht in denselben die bekannten ein- oder mehrfachen kleinen runden Kerne deutlich, während die nach Essigsäurewirkung auch in allen übrigen Zellen deutlich erscheinenden Kerne grösser und mehr eiförmig erscheinen.

Kühne hat sich schon bemüht, die von ihm beschriebenen Zellformen electrisch zu reizen, ohne einen Erfolg zu erzielen. Wendet man einen grösseren Inductionsapparat (durch ein grösseres Chromsäure-Kohlenelement in Thätigkeit gebracht, primäre Spirale von 160 W. mit eingelegtem Eisenkern und secundäre Spirale von 6245 W. ganz aufgeschoben) an und versucht mit einzelnen Schlägen, zwischen welchen man immer einige Minuten wartet, zu wirken, dann sieht man, dass die Zellen mit feinkörnigem Protoplasma sich ganz allmählich unter Einziehung ihrer feineren Fortsätze in runde, stärker granulirte Klümpchen sammeln, oder aber es verschmälern sich ihre längeren Fortsätze, ohne vollständig zu verschwinden und werden etwas knotig, während der den Kern enthaltende Körper der Zelle sich abrundet. Eine Rückkehr aus diesem veränderten Zustande zum früheren Aussehen konnte nicht beobachtet werden.

Die eben erwähnten Erscheinungen begründen einen weiteren Unterschied von den wandernden Zellen. Die letzteren zeigen, wie die weissen Blutkörperchen nach solchen Schlägen einen veränderten Bewegungsmodus, oder ein plötzliches Einziehen aller Fortsätze und Rundwerden, worauf sie bald wieder ihre früheren Bewegungen beginnen (Golubew [1]). Bei Tritonen und Salamandern lassen sich in demselben Objecte wie beim Frosche ähnliche Verhältnisse beobachten.

Auch bei warmblütigen Thieren kann man von der Oberfläche der Muskeln dünne Plättchen eines lockeren Bindegewebes gewinnen, welches zwar eine grössere Menge von Fasern enthält, als beim Frosch, aber für die Beobach-

---

1. l. c. siehe das Capitel Zellenlehre.

tung der dort vorkommenden Zellen noch sehr geeignet ist. Man lege z. B. den Masseter eines eben getödteten Kaninchens oder Meerschweinchens bloss und hebe nach Spaltung der Fascia das dünne, auf den Muskelfasern liegende Bindegewebe auf und trage ein Stückchen mit der Scheere ab. Man wird hier grobkörnige, wurst- oder walzenförmige Protoplasmamassen mit einem mehr oder weniger deutlichem elliptischen Kern beobachten. Meist enthalten diese Zellen einzelne Körnchen, die um vieles grösser sind, als alle anderen und bei einer bestimmten Einstellung wie dunkle Pigmentmoleküle, bei etwas geänderter Einstellung dagegen mit einem hellen glänzenden Centraltheile erscheinen.

Ausser diesen grobkörnigen Zellen erscheinen noch andere, die um vieles zarter und blasser sind, sehr feinkörnig aussehen und häufig schmale, meist radienartig verlaufende stärker lichtbrechende Adern von grünlichem Glanze zeigen. An ihrem oft sehr deutlichen, grossen, bläschenförmigen Kerne sind diese leicht zu übersehenden zarten und verhältnissmässig grossen Gebilde am ehesten zu erkennen.

Zellen wie die beschriebenen sind in dem lockeren Bindegewebe anderer Muskeln, des subcutanen Gewebes u. s. w. wieder zu finden. Ueber geht man von der Untersuchung so zarten und lockeren Bindegewebes zur Untersuchung derberer Bindegewebsmassen, so lässt sich auch hier eine Auswahl von Objecten für die Untersuchung im physiologisch frischen Zustande gewinnen. Zu empfehlen sind in dieser Beziehung dünne Fascien vom Frosch und von Warmblütern. Auch die dünnen Beugesehnen der Finger und Zehen von Fröschen oder Tritonen und Salamandern, die man aus den doppelt abgekappten Fingern oder Zehen an einem Ende hervorzieht, eignen sich sehr gut zur Untersuchung. Dort sieht man in die parallelen Faserzüge der einzelnen Bündel wie eingekeilt schmale spindelförmige körnige Massen mit länglichen schmalen Kernen versehen. Im Vergleich mit den Zellen des lockeren Bindegewebes erscheint die körnige Substanz dieser Zellen sehr reducirt. An den eben angeführten Sehnen kommen überdies noch mehr rundliche, reihenweise über einander gestellte und etwas gegen einander abgeplattete Zellen mit runden deutlichen Kernen zur Beobachtung. Sie liegen nicht an der Oberfläche, sondern in langgestreckten, spindelförmigen Interstitien der Fasersubstanz. Diese Zellenketten haben ihre grössten Glieder im Bauch der spindelförmigen Lücke. Am Rande der erwähnten Sehnen hängt ferner meistens ein dünner, von Fasern vielfach durchzogener Theil des umhüllenden Bindegewebes, in welchem man wieder sehr gut die oben beschriebenen Zellen des lockeren Bindegewebes beobachten kann, ausserdem kommen in demselben aber auch sternförmige Zellen zur Beobachtung, welche scharf geränderte Balken aussenden, die ein mehr glattes Aussehen besitzen, sich verzweigen, und weithin zwischen die Fasern des umhüllenden Bindegewebes zu verfolgen sind.

Das Verhalten der im Bindegewebe nachweisbaren Zellen zu chemischen Agentien bedarf noch einer ausgedehnteren Untersuchung.

Am besten studirt sind in dieser Beziehung die wandernden Zellen, weil sie als weisse Blutkörperchen schon so lange bekannt sind. Für die übrigen Zellen sind die Beobachtungen anzuführen, welche KÜHNE an seinem Objecte machte. Wasser verändert namentlich die feinkörnigen sehr stark, indem die körnige Masse sich um den Kern zusammenzieht und nur mit einzelnen unter einander verbundenen Ausläufern an der Umgebung haften bleibt. Die Maschen des so gebildeten Netzes sind hell, in ihnen ist eine Molecularbewegung einzelner Körnchen zu beobachten. Der Kern quillt anfangs und erhält in seinem Innern Vacuolen, nach mannigfachen Formveränderungen schrumpft er schliesslich zu einem gerunzelten Körperchen. Das durch Essigsäure hervorgerufene ähnliche Netz ist dunkler, der Kern darnach mit dunklen Körnchen erfüllt.

In verdünnter Kali- und Natronlauge sieht man die Kerne in allen Zellen jenes Objectes deutlich begrenzt. Sie erscheinen glatt und aufgebläht. Die Zellen besäumen sich, indem sich der körnige Theil verkleinert mit kleineren oder grösseren hellen Tropfen, durch Zusammenfliessen jener Tropfen entstehen helle Höfe um die Zellen, wie sie KÜHNE auch nach verdünnter Essigsäure auftreten sah.

Wie früher erwähnt wurde, sind für die Untersuchung des frischen Gewebes nur einzelne Objecte geeignet. Für dickere, weiche und leicht veränderliche, oder für dichtere und undurchsichtige Bindegewebsmassen, aus welchen erst durch Schneiden oder Zerzupfen Präparate hergestellt werden können, müssen zur Darstellung der Zellen Aufhellungs- und Härtemittel angewendet werden. Dabei können die früher erwähnten Objecte, die man physiologisch frisch untersuchen kann, als Prüfungsobjecte der anzuwendenden Präparationsmedien benutzt werden.

Am besten verwendet man Chromsäurepräparate, vor allem MÜLLER'sche Flüssigkeit[1] ($2\frac{1}{2}$ Th. chromsaures Kali, 1 Th. schwefels. Natron, 100 Th. destill. Wasser). Bringt man die letztere mit den Prüfungsobjecten, welche zuvor im frischen Zustande untersucht wurden, auf dem Objectträger in Berührung, indem man damit die früher angewendete indifferente Zusatzflüssigkeit verdrängt, und legt die Präparate dann in einen feuchten Raum, so können sie beliebig lange mit dem Reagens in Berührung bleiben und man kann von Zeit zu Zeit beobachten, welche Veränderungen das Härtemittel hervorbringt. Man wird sich überzeugen, dass die MÜLLER'sche Flüssigkeit die Zellen nahezu in dem Zustande äusseren Ansehens conservirt, den sie beim Zusatz des Härtemittels besassen. Die eintretende Schrumpfung ist sehr gering, die Begrenzungsränder werden glätter und schärfer, grössere Fortsätze der Zellen bleiben aber vollkommen erhalten. Die Granulation der Zellsubstanz ist etwas deutlicher ausgeprägt. Einen für eine Membran sprechenden doppelten Grenzcontour zeigen die Zellen jetzt so wenig, wie im frischen Zustande. Der Kern

---

1) Siehe auch LANGHANS. Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift. Bd. V. p. 86.

ist aber in allen Zellen deutlich geworden und erscheint bläschenförmig mit einer krümeligen Masse in seiner Mitte, oder er entbehrt eines doppelten Contours und erscheint in seiner ganzen Masse grobkörnig. Carminimbibition macht die Bilder noch prägnanter. Aus jedem vorher gehärteten Bindegewebe lassen sich die Zellen durch Zerzupfen isoliren und man begegnet dann mannichfachen Formen. Am meisten vertreten ist die Spindelform. Man erhält sie sehr schön aus den Sehnen bei Kindern und jüngeren Thieren, und zwar zahlreicher und leichter isolirbar (Langhans[1], Grussendorf[2]), als bei Erwachsenen; ferner aus den Bindegewebsscheiden der Nerven beim Menschen und den Säugethieren. Ebenso sehr leicht aus dem Neurilem der Nervenstämme bei Fröschen, schöner bei Salamandern und Tritonen, am schönsten beim Proteus, wo sie besonders gross und sehr leicht isolirbar sind. Die isolirten Spindelzellen besitzen oft sehr lange Kerne, um welche nur eine dünne Lage von Zellsubstanz sich befindet. Auffallend lange Spindelzellen lassen sich aus der Sehne des M. sternoradialis (pré-sterno-clavi-radial Duges) isoliren. Sie sind dort so lang, wie in keiner andern Sehne des Frosches und erinnern mit ihren ebenfalls sehr langen Kernen an schlichte Muskelfasern. Der Kern dieser Zellen ist im Mittel 0,0192 Mm. lang und 0,0032 Mm. breit. Die Länge der Zelle ist schwer zu bestimmen, da sich dieselbe beiderseits in sehr fein auslaufende Fortsätze zuspitzt. Ich fand vollständig von der umgebenden Fasermasse isolirte Zellen bis zu 0,0960 Mm. lang. In menschlichen Sehnen waren also isolirte Spindelzellen 0,0320 Mm. lang. Die Länge des Kernes betrug 0,0160 Mm., seine Breite 0,0048 Mm.

Bei jüngeren Thieren und Embryonen ist die Zellsubstanz der Spindelzellen breiter entwickelt. Dann läuft die Zelle oft in verzweigte Fortsätze aus. An die Spindelzellen mit mehreren Fortsätzen schliessen sich die sternförmigen Zellen an, welche Ausläufer nach verschiedenen Richtungen hin abgeben. Sie haben in den Faserbündeln des Bindegewebes des Erwachsenen nicht die grosse Verbreitung, in welcher man sie vor einiger Zeit in demselben zu finden glaubte. Ausgezeichnet entwickelt sind sie in der Hornhaut. Im embryonalen Bindegewebe sind sie zahlreich zu beobachten und setzen sich dort häufig durch ihre Ausläufer mit einander in Verbindung.

Wir werden aber anastomosirende Sternzellen auch im erwachsenen Organismus als mehr selbstständige Bindegewebsformation zwischen dem faserigen Bindegewebe oder an Orten, wo faseriges Bindegewebe vollständig fehlt, antreffen.

Ueberblickt man die Reihe der im Bindegewebe nachweisbaren zelligen Gebilde, so ist ersichtlich, dass man es, von der jungen Zelle angefangen, mit einer Reihe verschieden entwickelter Zellen zu thun hat.

Was die Grösse und Gestalt der Zellen betrifft, auf welche bei früheren Untersuchungen ein so grosser Accent gelegt wurde, so werden Angaben

1) l. c. 2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3 R. Bd. 24. p. 186.

darüber um so weniger Bedeutung beanspruchen können, je höher das Maass der Beweglichkeit ist, welches den Zellen im physiologisch frischen Zustande zukommt.

Es wäre aber entschieden zu weit gegangen, wenn man alle Unterscheidungen in dieser Beziehung aufgeben wollte, denn alle bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass man zwischen in lebendiger Bewegung vorgestreckten und wieder einziehbaren Protoplasmafortsätzen und zwischen fix angelegten Auswüchsen der Zellen unterscheiden muss.

Der genetische Zusammenhang der verschiedenen im Bindegewebe nachweisbaren Zellen, die physiologischen Eigenschaften derselben, die chemischen und physikalischen Aenderungen, welche sie vom ersten Entstehen bis zu einer bestimmten Altersperiode erleiden u. s. w. sind Fragen, die weitere Arbeiten erfordern.

Einer besonderen Erwähnung verdienen endlich die pigmentirten Zellen des Bindegewebes. Sie kommen beim Menschen und den höheren Wirbelthieren nur an beschränkten Orten vor, eine viel grössere Verbreitung haben sie bei Amphibien und Fischen, namentlich in der äussern Haut, in den serösen Häuten und in der Adventitia der Gefässe.

Das Pigment findet sich in denselben in Form von Körnchen abgelagert. Die letzteren sind an Form und Farbe verschieden.

Die pigmentirten Bindegewebszellen zeichnen sich meistens durch ihre schöne Sternform und ihre zahlreichen Ausläufer aus.

Beim Menschen, wo solche Pigmentzellen im normalen Zustande nur im Auge vorkommen, sind die Pigmentkörnchen von schwarzer oder brauner Farbe. Die Substanz, welche sie bildet, wird Melanin genannt, ist aber in Bezug auf ihre chemische Beschaffenheit noch wenig gekannt. Die Körnchen erscheinen nicht völlig rund, sondern vielmehr schwach cylindrisch, oft langgestreckt, mit abgerundeten Enden. Sie füllen die sternförmigen Pigmentzellen des Auges mehr oder weniger vollständig aus. Meist bleiben die Enden der Zellausläufer allein farblos. Der Kern dieser Zellen ist in einzelnen Fällen in der Mitte der Zelle hell und deutlich begrenzt zu sehen, er enthält kein Pigment, und in dem angeführten Falle ist das auch mit der über die breiten Seiten des Kernes gebrückten Zellsubstanz der Fall, während der im Umkreis des Kernes gelegene Zellkörper und seine Ausläufer dicht mit den Pigmentmolecülen erfüllt sind, so dass die Stelle des Kernes wie eine helle Lücke erscheint. In den sternförmigen Zellen der Iris und der Choroidea des Menschen treten die Pigmentkörnchen reichlicher erst einige Zeit nach der Geburt auf (Brücke [1]). Auch in der innersten Lage der Sclerotica kommen noch pigmentirte Zellen vor. Bei vielen Thieren ist die ganze Sclerotica mit inselförmig dichter liegenden pigmentirten Zellen durchsetzt. An den sternförmigen Pigmentzellen (Chromatophoren) bei Amphibien [2] und Fischen [3] kennt man Bewe-

1) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1846. p. 20.
2) Brücke, Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. IV. p. 23.
3) Buchholtz, Reichert und du Bois Archiv 1863. p. 71.

gungserscheinungen. Die Pigmentkörnchen erscheinen bald in einen runden Klumpen gesammelt, bald in den oft lang ausgestreckten Zellausläufern ausgebreitet. Die Bewegungen erfolgen sehr träge, wenigstens bei ausgebildeten Exemplaren von Ranaarten. Bei Embryonen dieser Batrachier erfolgen sie etwas rascher (Busch [1]).

Die spontan oder durch den Einfluss veränderter Lichtintensitäten veranlassten Formveränderungen der Pigmentzellen in der Haut jener Thiere stehen im Zusammenhange mit der Erscheinung des Farbenwechsels, welche man an ihnen wahrnimmt (Brücke [2], v. Wittich [3]).

Ueber die electrische Reizung der Pigmentzellen von Hyla arborea, welche dagegen am empfindlichsten zu sein scheinen, handelt v. Wittich (l. c.).

Bei ausgewachsenen Exemplaren von Rana esculenta und temporaria, ferner bei Tritonen, war es mir nicht möglich, trotz wiederholter Versuche einen Einfluss von Inductionsschlägen auf die Pigmentzellen wahrzunehmen.

Sternförmige Pigmentzellen von ausgezeichneter Beweglichkeit kommen bei den Cephalopoden vor (R. Wagner).

Die Formen des Bindegewebes. In seinen ersten Anlagen und Entwickelungszuständen besteht das Bindegewebe aus meist dicht gedrängt liegenden Zellen.

Es bietet dann ein parenchymartiges Ansehen dar, wie dasselbe auch in dem embryonalen Gewebe vergleichbaren Bindegewebe gewisser Neubildungen (kleinzelliges Sarkom Virchow) [4] angetroffen wird.

Sieht man von diesem Zustande des Bindegewebes, auf welchen bei der Entwicklung des Bindegewebes zurückgekommen werden soll, ab, so kann man das Bindegewebe der entwickelten Organismen in zwei Abtheilungen bringen.

Die eine umfasst jene Formen, welche von aus Zellen ausgewachsenen Netzen und Balken gebildet werden; die andere umfasst das fibrilläre Bindegewebe, welches durch das Auftreten einer eigenthümlichen immer unverzweigten, aus leimgebender Substanz gebildeten Faser (Bindegewebsfibrille) charakterisirt ist.

Bindegewebs-Netze und -Balken. Diese Formen geben beim Kochen keinen Leim. Sie treten entweder in grösseren zusammenhängenden Massen und mehr selbstständig auf, oder sie nehmen in ihre bald feineren, bald gröberen Maschenräume selbst wieder andere Gewebe auf, denen sie dann als Stütze und Umhüllung dienen.

a) Im ersteren Falle ist das Bindegewebe oft durch seinen Wasserreichthum und durch seine leichte Zusammendrückbarkeit ausgezeichnet, dann ist es in grösseren Massen durchsichtig oder doch sehr durchscheinend und fällt beim Anschneiden durch Austritt von Flüssigkeit leicht zusammen (Gallertgewebe Virchow). In der ausgetretenen Flüssigkeit kann häufig in nicht unbe-

1) Müller's Archiv 1856. p. 425. 2) l. c. 3) Müller's Archiv 1854. p. 41.
4) Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. p. 224. Fig. 140.

trächtlicher Menge ein durch Essigsäure fällbarer und im Ueberschuss der Säure unlöslicher, flockig und fädig erscheinender Niederschlag von Mucin erhalten werden (Schleimgewebe Virchow) [1]. Die geformten Bestandtheile des Gewebes bestehen aus zarten weichen mit Kernen versehenen zelligen Gebilden, von welchen glatte Balken nach verschiedenen Richtungen hin ausgehen, die sich verzweigen und anastomosiren. Oder es tritt an Stelle des Zellennetzes ein zierliches Netz glatter kernloser und an ihren Verbindungsstellen verbreiterter Balken. In der formlosen Substanz zwischen den ausgewachsenen Zellen finden sich bald in grösserer, bald in geringerer Anzahl amöboide Zellen vor.

Das Gewebe der Wharton'schen Sulze des Nabelstranges in früheren Embryonalperioden ist hierher zu rechnen. In späterer Zeit treten aber in demselben, und zwar bei Erhaltung nicht unbeträchtlicher Mengen des ursprünglichen Gewebes, zugleich Bündeln von Fasern auf, welche mit jenen übereinstimmen, die, wie wir später sehen werden, das fibrilläre Bindegewebe zusammensetzen (Henle [2], Weismann [3], Beale [4], Köster [5]).

Zum Schleim oder Gallertgewebe rechnet man gewöhnlich auch die Substanz, welche den sinus rhomboidalis des Rückenmarks bei den Vögeln ausfüllt; auch bei Fischen ist es häufig, namentlich in den electrischen und pseudoelectrischen Organen, in der Nähe der Schleimkanäle, bei Accipenser und Plagiostomen, an verschiedenen Stellen des Körpers (beim Karpfen, der Schleie, bei Weissfischen, der Aalrutte) unter der Lederhaut (Leydig [6]). Ebenso ist der Glaskörper des Auges hier anzuführen.

Auch bei Wirbellosen (Heteropoden, Medusen u. a.) wurde das Gallertgewebe nachgewiesen (Gegenbaur [7], Max Schultze [8], Leydig [9], Kölliker [10]).

So lange man sich bei der Zutheilung eines bestimmten Objectes zu dieser Art von Bindegewebe nur durch das äussere Ansehen und nicht auch durch chemische und physiologische Gründe leiten lassen kann, wird man sich natürlich niemals gegen den Einwurf rechtfertigen können, dass man auf Grund verhältnissmässig grober Analogien eine Generalisirung vorgenommen habe, welche einer auf genauere chemische und physiologische Studien jener Gewebe gegründeten Kritik nicht Stand halten könnte. Hervorgehoben muss aber werden, dass sehr viele bindegewebige Theile des Organismus in einem bestimmten Stadium ihrer Entwicklung das Ansehen des Gallertgewebes besitzen und dass in pathologischen vom Bindegewebe ausgehenden Neubildungen häufig dasselbe anzutreffen ist.

1) Würzburger Verhandlungen. Bd. II. p. 160. Cellularpathologie.
2) Jahresbericht für 1858. p. 61 u. d. f.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. XI. 3. R. p. 140.
4) Structur der einfachen Gewebe. p. 126.
5) Ueber die feinere Structur d. menschl. Nabelschnur. Inaug.-Diss. Würzburg 1868. p. 16 u. 17.
6) Müller's Archiv 1854. p. 316.
7) Monographie der Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855.
8) Müller's Archiv 1856. p. 314.
9) Vergleichende Histologie.
10) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IV. p. 363 und Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. V. p. 232. 1864.

b. Ein stützendes und umhüllendes Bindegewebsnetz sehr feiner Art und darum vor anderen ähnlichen Bildungen ausgezeichnet liegt vor in dem Bindegewebe der Retina des Auges und im Innern der Nervencentralapparate (Neuroglia Virchow) nach der Auffassung, welche zuerst Max Schultze[1], dem sich Kölliker[2], Virchow[3], Deiters[4] u. A. anschlossen, darüber ausgesprochen hat. Wir verweisen in Bezug darauf auf die Beschreibung der betreffenden Organe selbst. Hirzel und Frey[5] wollen in der Winterschlafdrüse gewisser Säugethiere dasselbe Gewebe getroffen habe.

c. Stützende und umhüllende Reticula von ausgezeichneter Form kommen in den Lymphdrüsen und den damit verwandten Organen, an den Blutgefässcapillaren und um Bündel fibrillären Bindegewebes vor.

In den Lymphdrüsen und den analogen Gebilden, als den Peyerschen Drüsen und solitären Drüsen des Darmkanales, der Darmmucosa selbst, den Tonsillen, den Balgdrüsen an der Zungenwurzel, den Trachomdrüsen der Conjunctiva, dem Gewebe der Conjunctiva selbst, in der pars nasalis des menschlichen Schlundkopfes wurden die Reticula genauer beschrieben von Billroth[6], Eckhard[7], Heidenhain[8], His[9], Frey[10], Henle[11], Stieda[12], Luschka[13]. Die Maschen des Netzes sind daselbst ausgefüllt mit lymphoiden Zellen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Das Netz und die lymphoiden Elemente zusammen hat man wohl auch mit dem Namen des adenoiden Gewebes (His) oder der cytogenen Bindesubstanz (Kölliker) belegt. Die Balken des Reticulum durchsetzen aber auch frei grössere Hohlräume in jenen Drüsen.

Das Reticulum ist im frischen Zustande weich und zerreisslich. Im Zusammenhange lässt es sich nur darstellen durch Bepinselung (His) feiner Durchschnitte der gehärteten Organe, die auf diese Weise von den anhaftenden lymphoiden Zellen befreit werden. Es bleibt dann ein zierliches Netz zurück, welches aus kernhaltigen Zellen sich zusammensetzt und rundliche

---

1) De retinae structura penitiori. Bonn 1859. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. II. p. 261.

2) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 266.

3) Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. p. 128.

4) Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von Max Schultze. Braunschweig 1865. p. 27.

5) Frey Histologie und Histochemie. Leipzig 1867. p. 233 u. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 12. p. 165.

6) Mülle's Archiv 1857. p. 88 u. Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858. p. 126. Virchow's Archiv. Bd. 20. p. 409 u. Bd. 23. p. 457. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 11. p. 325.

7) De glandularum lymphaticarum structura. Berlin 1858.

8) Reichert und du Bois Archiv. 1859. p. 460.

9) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 10. p. 333 u. Bd. 11. p. 416.

10) Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere. Leipzig 1861, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 12. p. 336 u. Bd. 13. p. 1 u. 28.

11) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. p. 702.

12) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III. p. 360.

13) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IV. p. 1.

oder polygonale Maschenräume umfasst. Die Bälkchen dieses Netzes entwickeln sich aus einer etwas breiteren den Kern umgebenden Substanz, die eben als der Körper einer die Bälkchen aussendenden Sternzelle angesehen werden kann. Die auf eine solche Zelle als Knotenpunkt zu beziehenden Bälkchen setzen sich entweder einfach mit eben solchen Ausläufern einer benachbarten Zelle in Zusammenhang, oder sie treiben erst eine Reihe von Zweigbälkchen, und diese verbinden sich untereinander.

Das Reticulum nimmt in den lymphoiden Organen nicht nur Zellen in seinen Maschen auf. Es ist auch der Träger von Blutgefässen und bilden sich die Balken des Reticulum an der äusseren Oberfläche der Gefässe selbst wieder zu einer umspinnenden Adventitia aus. An den Kapillaren wurde dieselbe von His als Adventitia capillaris beschrieben. Die Bälkchen der letzteren dürfen nicht verwechselt werden mit den von der Wand des Gefässes selbst sich entwickelnden Gefässsprossen, die gleichfalls, während sie auswachsen, in den vom Gefäss entfernter liegenden Strecken das Aussehen eines soliden Balkens darbieten, der aber allmählich von der Ansatzstelle an das Gefäss, welches ihn ausgetrieben hat, hohl wird.

Nicht immer und in allen Theilen der genannten Organe stellt sich das Reticulum als das beschriebene Zellennetz dar. Es geht vielmehr bei weiterer Entwicklung in ein Netz kernloser Balken (Henle [1], Eckhard [2]) über, die ein mehr starres Ansehen besitzen und oft beträchtlich verbreitert erscheinen. Ein solches Balkengitter kann wegen seiner Resistenz gegen Säuren zu Verwechslungen mit den später zu erwähnenden elastischen Fasernetzen Veranlassung geben, mit welchen es auch den netzförmigen Typus gemein hat. So wie es sich aber eben durch den letzteren von dem fibrillären Bindegewebe unterscheidet, dessen Fasern niemals verzweigt erscheinen und niemals Netze bilden (nur die Faserbündel des letzteren erscheinen manchmal netzförmig angeordnet), so unterscheidet es sich von den elastischen Fasernetzen dadurch, dass es nicht wie die letzteren der Natronlauge widersteht. Es wurde früher gesagt, dass Reticula, wie sie in den Lymphdrüsen vorkommen, auch an anderen Orten sich finden.

Ein weitmaschiges Balkennetz findet man z. B. als Umspinnung von Bündeln des später zu beschreibenden fibrillären Bindegewebes; dasselbe hat durch die Erscheinungen, zu welchen es Veranlassung giebt, wenn die betreffenden Bündel in Essigsäure quellen, zur Annahme einer strukturlosen Scheide jener Bündel geführt. Ich habe die umspinnenden Balken aus der Haut des Ochsen abgebildet und beschrieben [3]. Kölliker [4]) bildet diese umspinnende Formation an den Bündeln der pia mater des Foetus und Neugeborenen noch als kernhaltiges Zellenreticulum ab.

Ein sehr zartes aus kernhaltigen Zellen sich entwickelndes umspinnendes

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. 8. p. 201. 3 R. 2) l. c.
3) Wiener Sitzungsberichte. Bd. 30. p. 71. Fig. 12.
4) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. IX. p. 146 u. Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 79. Fig. 36.

Reticulum (perivasculäres Netz) hat Iwanoff [1] neuerlich an den Gefässen des Froschglaskörpers beschrieben und dort auch die Verschiedenheit der Netzbalken von den Gefässsprossen hervorgehoben.

d. Ein gröberes, aus verbreiterten und zu einer mehr steifen homogenen Masse erhärteten Balken zusammengesetztes Bindegewebsnetz mit grossen Maschenräumen stellt das Ligamentum pectinatum Iridis des Menschen dar. Die Balken desselben zeigen eine undeutliche nicht sehr regelmässige und unterbrochene Längsstreifung, Fig. 1. Max Schultze hat dasselbe einmal treffend verglichen mit den anastomosirenden Faserbalken der Gallertsubstanz der Medusen [2]. Dass das Ligamentum pectinatum des Menschen aus fibrillärem Bindegewebe bestehe, wie Haase [3] in jüngster Zeit behauptet, ist nicht richtig.

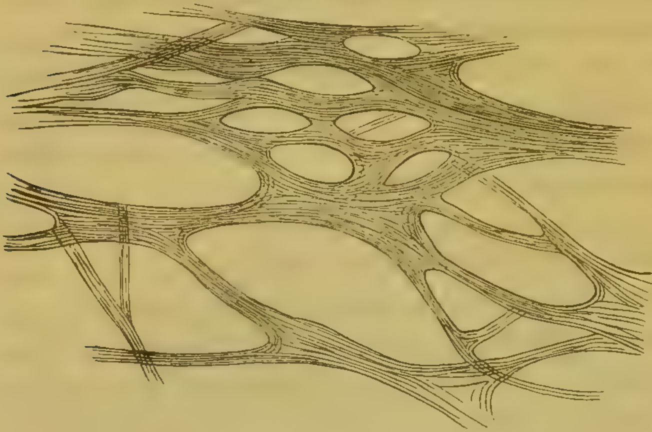


Fig. 1. Balken aus dem Ligamentum pectinatum Iridis vom Menschen.

Dagegen ist das Ligamentum pectinatum bei Thieren (Rind, Schaf, Schwein) verschieden von dem des Menschen aus Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern gebildet. Bemerkenswerth für den Menschen ist die allmähliche Veränderung der Balken des Lig. pectinatum beim Uebergang auf die Membrana Descemetii, wie sie sich besonders beim Neugeborenen gut verfolgen lässt. Die Balken verbreitern sich, die Maschen nehmen an Durchmesser ab und stellen über dem Rande der Glashaut nur noch kleine Löcher dar. Bei 5monatlichen menschlichen Embryonen sieht man das Lig. pectinatum noch aus Zellen zusammengesetzt, die zu breiten Fortsätzen auswachsen, welche in Form der späteren Balken aneinanderstossen. In einzelnen dieser Zellen ist auch der später verstreichende Kern schon klein, von glattem Aussehen und nur noch schwach angedeutet, während er in anderen noch körnig und deutlich erscheint. Die letzteren Verhältnisse treten an Carminpräparaten deutlich hervor. Zwischen den beschriebenen Balken des Lig. pectinatum ist eine grössere Anzahl grosser, schöner, sternförmiger Zellen vorhanden.

e. Es ist endlich noch der aus spindel- und sternförmigen Zellen zusammengesetzten bindegewebigen Belegmassen zu erwähnen, wie solche an verschiedenen Orten vorkommen. Als Beispiel dafür ist vor Allem das Bindegewebe im Innern der Niere [4] anzuführen. Das letztere stellt kein eigentliches

1) Centralblatt für die medicinische Wissenschaft. 1868. Nr. 9.
2) Müller's Archiv. 1856. p. 319 u. Fig. 7.
3) Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV. p. 48 u. d. f.
4) A. Beer, die Bindesubstanz der menschlichen Niere etc. Berlin 1859. — Isaak's

Reticulum dar, welches den früher beschriebenen an die Seite gestellt werden könnte.

Man kann zwar auf Schnitten durch das Organ, aus welchen man die Drüsenröhren mittelst des Pinsels entfernt hat, ein bindegewebiges Maschenwerk darstellen; allein man sieht dann auch, dass die Balken des letzteren eine geschichtete Belegmasse der Drüsenröhrchen darstellen, in welcher spindel- und sternförmige Zellen dicht neben einander liegen. Aus einer einfachen Lage netzförmig verbundener Zellen bestehende Bindegewebskörbe zur Aufnahme der acini der Speicheldrüsen sowie der Thränendrüsen hat neuerlich Boll [1] dargestellt und abgebildet.

Einen Beleg von Spindelzellen findet man auch an den peripherischen Nervenzweigen, als Perineurium namentlich schön bei Batrachiern.

Ferner an den Ausführungsgängen der Brustdrüse und an anderen Orten.

Die bisher angeführten Bindegewebsformen unterscheiden sich von dem im entwickelten Organismus am häufigsten vorkommenden fibrillären Bindegewebe. Für das letztere ist die sowohl charakterisirte leimgebende, unverzweigte, glattrandige und in ihrem ganzen Verlaufe gleichmässig dicke Bindegewebsfibrille ein wesentlicher Formbestandtheil. Es soll aber nicht behauptet werden, dass im gegebenen Falle nicht Uebergänge zwischen dem fibrillären Bindegewebe und den früher erwähnten Formen stattfinden; auf diese stösst man im Gegentheile an vielen Orten, was uns aber natürlich nicht hindern kann, in anderen Fällen eine Unterscheidung und Trennung vorzunehmen, wie sie den vorliegenden Thatsachen angemessen ist, da sonst leicht den Thatsachen ein Zwang angethan wird, wie es oft der Fall war bei der beliebten Discussion, ob ein vorliegendes Gebilde mehr zum Bindegewebe, oder mehr zum elastischen Gewebe zu rechnen ist.

Das fibrilläre Bindegewebe. Es ist die am meisten verbreitete Form in der Reihe der Wirbelthiere, ob es bei Wirbellosen vorkommt, ist nicht streng nachgewiesen. Am ähnlichsten dem fibrillären Bindegewebe der Wirbelthiere ist das Bindegewebe, welches Leydig [2] bei den Kephalopoden beschrieb. Auch bei den Echinodermen kommt nach desselben Forschers [3] Beobachtung ein fibrillärem Bindegewebe sehr ähnliches faseriges Bindegewebe vor. Reichert beschrieb, als zum Bindegewebe gehörig, gewisse Gewebe von Arthropoden, Mollusken und Würmern. Der Nachweis, dass diese Gewebe leimgebend sind, ist aber nicht geliefert. Einzelne derselben bestehen vielmehr nachweislich aus Chitin. Aus Krebsscheeren erhielt Schlossberger [4] keinen Leim.

Das fibrilläre Bindegewebe war, wie früher erwähnt, anfänglich der alleinige Träger des Namens. Die Formbestandtheile, welche sich in demsel-

Recherches sur la structure et la physiologie du rein, Journal de la physiolog. T. I. Paris 1858. p. 577. — Kölliker Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1866. p. 509.

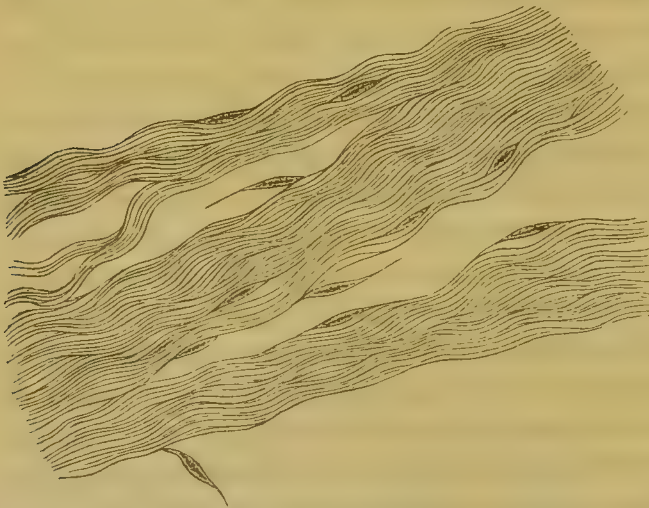
1) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IV. p. 146. T. XI.

2) Müller's Archiv. 1854. p. 303 u. 310. 3) l. c.

4) Chemie der Gewebe. Leipzig u. Heidelberg 1856. p. 300.

ben nachweisen lassen, sind Fasern und Zellen von verschiedener Qualität. Diese Formen stossen nur in kleineren Abtheilungen mit ihrer Oberfläche unmittelbar aneinander, an anderen Stellen bleiben mit einer verschieden consistenten Zwischensubstanz gefüllte Spalten zwischen denselben übrig.

In dem fibrillären Bindegewebe entwickelter Thiere macht eine bestimmte Art der faserigen Elementarformen einen so überwiegenden Bestandtheil des ganzen Gewebes aus, dass sie die ersten Zergliederer dieses Gewebes fast ausschliesslich beschäftigte. Es ist das die schon öfter angeführte leimgebende Fibrille. Die einfachste Präparation, das Zerzupfen eines Stückchens fibrillären Bindegewebes ergiebt, dass dasselbe sich in strangförmige Massen von wechselnder Breite zerlegen lässt. Die seitlichen Gränzen dieser Stränge werden von geraden oder mehr oder weniger wellenförmig geschwungenen Contouren gebildet und man sieht bei stärkeren Vergrösserungen den Lauf jener Contouren ziemlich treu wiederholende, immer aber die Längen-Richtung des Stranges einhaltende feine Streifen dicht nebeneinander verlaufen. In dünnen, durchsichtigen Häuten, z. B. im Netz oder Mesenterium, in der Arachnoidea lassen sich diese Stränge des Bindegewebes sofort ohne alle Präparation erkennen. Zerlegt man die längsgestreiften Bindegewebsstränge weiter, so überzeugt man sich leicht, dass sie entsprechend der an ihnen sichtbaren Längsstreifung sich in feine glatte, auf lange Strecken hin unverzweigt erscheinende Fasern zerlegen lassen (Fig. II). Der Durchmesser dieser Fasern ist sehr klein und schwankt zwischen einer Grösse von 0,0006—0,002 Mm. Diese Fasern sind die Fibrillen des Bindegewebes. Mit dem Polarisationsmikroskop untersucht, erweisen sich diese Fibrillen und die daraus gebildeten Bündel als doppelt brechend (Erlach [1]). Die Axe liegt in der Längsrichtung der Fibrillen, sie verhalten sich positiv einaxig (W. Müller [2]). Sie lassen sich nicht auf blos mechanische Weise allein aus dem Bindegewebe isoliren. In dem Kalk- und Barytwasser besitzt man Mittel, die, wenn sie durch einige Zeit auf das Bindegewebe eingewirkt haben, den Zusammenhang der Fibrillen so sehr lockern,


Fig. 2. Sehne vom Menschen (Fibrillen und Spindelzellen).

1) Müller's Archiv. 1847. p. 322.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. Bd. X. p. 173, s. auch Valentin Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte. p. 265 und Mettenheimer, Reichert u. du Bois Archiv. 1860. p. 354.

dass es ohne Weiteres gelingt, dehiscirte Bündel und auch vollständig isolirte Fasern für die mikroskopische Beobachtung zu gewinnen. Das Kalkwasser, in welchem möglichst reines Bindegewebe, z. B. gereinigte Sehnen jene Lockerung des Zusammenhanges erleiden, enthält darnach einen Körper, der durch Essigsäure daraus in Form weisser, sich später zu Flocken sammelnder Körnchen gefällt werden kann. Es ist dies auch noch der Fall, wenn man dem Bindegewebe vor der Behandlung mit Kalkwasser seine in Wasser löslichen Eiweisskörper möglichst vollständig entzogen hat. Der Körper, welcher in das Kalkwasser übergeht und daraus wieder gewonnen werden kann, stimmt in seinen Eigenschaften mit dem Mucin überein (Rollett[1], Eichwald[2]). Wegen der mechanischen Aenderung, welche der Zusammenhang der Bindegewebsfibrillen bei jener Procedur erleidet, wurde angenommen, dass dabei eine zwischen den fasrigen Formen vorhandene Kittsubstanz aufgelöst werde (Rollett)[3]. An Orten, wo die Faserbündel des Bindegewebes auf grössern Distanzen auseinander gerückt erscheinen, lässt sich eine solche Zwischensubstanz direkt beobachten. Angaben der letzteren Art haben zuerst Schwann und später Henle, letzterer speciell für die Maschen der Arachnoidea gemacht[4].

Kühne[5] weist für die homogene Zwischensubstanz des dünnen Bindegewebes zwischen den Muskeln der Frösche, welches nur schütere Fibrillen enthält, sogar ganz bestimmte mechanische Eigenschaften nach. Eine auf chemischer Einwirkung beruhende Zerlegung des Bindegewebes in Fibrillen kann auch noch durch übermangansaures Kali erreicht werden (Rollett[6]). Mit übermangansaurem Kali behandeltes Bindegewebe färbt sich braun und giebt dann, wenn es mit kochender Salpetersäure und Ammoniak behandelt wird (Rollett[7]), keine gelbe Färbung. Gut ausgewaschenes Bindegewebe giebt nur schwache Xanthoproteinsäurereaction (Donders[8]). Dasselbe ist mit gekalkten Sehnen der Fall. Es ist also nicht die collagene Substanz, welche es bedingt, dass alles nicht hinlänglich gereinigte oder frische Bindegewebe sich bei jener Reaction (Paulsen)[9] gelb färbt. Die Fibrillen des Bindegewebes und die daraus gebildeten Bündel erleiden eine eigenthümliche Veränderung durch die Einwirkung erhöhter Temperatur. In kochendes Wasser gebracht, schnellen sie plötzlich zusammen, werden kürzer, aber um Vieles dicker, als im frischen Zustande, und zugleich viel zarter contourirt. Dabei geht die charakteristische Längsstreifung der Bündel verloren; diese sowohl, als auch grössere aus dichten Bündeln zusammengesetzte Bindegewebe-Theile, in welchen sich die verdickten Bündel innig aneinander legen, bekommen auf diese

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 39. p. 308.
2) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 134. p. 177.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 30. p. 43.
4) Henle, allgemeine Anatomie. p. 349.
5) Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866. p. 359.
6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 33. p. 519 u. d. folg.
7) l. c. Bd. 33. p. 523.
8) Holländische Beiträge. Bd. I. 1848. p. 67.
9) Observationes microchemicae Mitav. 1849.

Weise das Ansehen einer homogenen Masse, in der aber jetzt unter dem Mikroskope verschiedene Einlagerungen, die am frischen Gewebe neben den Fibrillen nur wenig oder nicht bemerkt wurden, deutlich hervortreten.

Die plötzliche Schrumpfung, welche die Bindegewebefibrillen durch kochendes Wasser erleiden, beruht auf einer eigenthümlichen molekulären Umlagerung der Fibrillensubstanz. Eine Imbibition von Wasser lässt sich dabei nicht nachweisen. Lässt man die Siedhitze auf das Bindegewebe wirken und hindert zugleich durch Spannung in der Längenrichtung der Fasern deren Verkürzung, so findet man nach dem Trocknen des so behandelten Gewebes die Bündel- und Faserzeichnung unter dem Mikroskope erhalten. Behandelt man kleine Sehnenstücke mit Wasser von verschiedenen Temperaturen, so sieht man, dass das plötzliche Zusammenschnellen schon bei einer Temperatur zwischen 60—70° Cels. eintritt. Wird das Bindegewebe langanhaltend gekocht, oder kürzere Zeit im Papinschen Topfe, oder wird es im Zustande seiner natürlichen Durchfeuchtung in zugeschmolzenen Glasröhrchen bis auf 120° Cels. erhitzt (Rollett, Kühne[1]), so löst es sich bis auf die früher erwähnten Einlagerungen auf; die letzteren können auf diese Weise isolirt werden. Die Lösungen, welche erhalten werden, enthalten gewöhnlichen Leim »Glutin«.

Wegen der Eigenschaft, beim Kochen Leim zu geben, nennt man die Fibrillen und Bündel des Bindegewebes die collagene Substanz desselben.

Die Umwandlung derselben in Leim erfolgt, unter Anwendung verdünnter Säuren, z. B. schwefliger Säure (Ruthay[2]) oder 0,1 Proc. Schwefelsäure (Kühne[3]) auch schon bei 40° Cels.; auch darauf hat man Methoden zur Isolirung von in das Bindegewebe selbst eingelagerten oder vom Bindegewebe zusammengehaltenen mikroskopischen nicht leimgebenden Formen gegründet. Die erste Wirkung der Säuren besteht, wenn man dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur anwendet, darin, dass das Gewebe stark aufquillt, vorzugsweise in der Richtung des Querdurchmessers der Bündel und Fibrillen. Die letzteren, welche dabei schwächer lichtbrechend werden, drängen sich mit ihrer klebrigen Oberfläche innig aneinander, so dass ihre Grenzen unsichtbar werden. In der durchsichtigen Masse sieht man, wie im gekochten Bindegewebe neue Formen jetzt deutlich hervortreten. Gewöhnlich bedient man sich der Essigsäure, um die beschriebene Veränderung am Bindegewebe hervorzurufen und dadurch die Fibrillen von anderen Faserbildungen zu unterscheiden. Wie die Essigsäure wirken aber auch noch andere Pflanzensäuren und verdünnte Mineralsäuren, namentlich gut Salzsäure von 0,1 % und ebenso verdünnte Salpetersäure.

Bei der Behandlung mit Säuren treten an den Bündeln des Bindegewebes häufig Einschnürungen auf, indem in bestimmten Abständen die Quellung des Bündels wie durch ein fest herumgelegtes Schnürband verhindert scheint. Es

1) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. p. 6. Leipzig 1862.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 41. p. 236. 3) l. c. p. 11.

sind das die viel besprochenen umsponnenen Bindegewebsbündel. Man leitete anfangs diese Einschnürungen von um die Bündel gelegten in Essigsäure nicht quellenden Spiralfasern (Henle[1]) her, welche man für elastische Fasern hielt.

Später suchte man von verschiedener Seite eine zuerst von Reichert[2] ausgesprochene Ansicht zu stützen, der zu Folge die Einschnürungen der gequollenen Bündel von einer während des Aufquellens in reifenartige Stücke zerrissenen Scheide der Bindegewebebündel herrühren sollten. Eine solche Scheide der Bündel in Form einer zusammenhängenden Membran ist aber im frischen Bündel nicht nachzuweisen. An solchem überzeugt man sich vielmehr von dem Vorkommen eines umspinnenden Netzes mit bald schlankeren, bald mehr verbreiterten Balken in dem Sinne, wie es schon früher beschrieben wurde. Durch vorsichtige Neutralisation des mit Säuren gequollenen Bindegewebes kann man demselben sein ursprüngliches Ansehen wieder verleihen. Eine Thatsache, welche Henle zuerst gegen Reichert hervorhob, der seine Lehre von der Strukturlosigkeit des fibrillären Bindegewebes vorzugsweise auf die Essigsäurereaktion und die von ihm angenommene Unmöglichkeit stützte, das Bindegewebe anders als durch mechanische Zerklüftung in Fasern zu zerlegen. Dass auch der letztere Satz Reichert's bereits widerlegt, ergiebt sich aus dem Früheren.

In Bezug auf die Zurückführbarkeit der in Säuren gequollenen Fibrillen und Bündel ist noch zu bemerken, dass solche Versuche nicht zu spät angestellt werden dürfen, da eine längere Wirkung der Säuren auch bei niederer Temperatur die Fibrillen unter Bildung von Leim wirklich auflöst. Auch in den Lösungen der reinen Alkalien quillt das Bindegewebe anfangs zu einer durchsichtigen Gallerte auf, später lösen sich die Fibrillen vollständig. Concentrirte Salpetersäure bringt im Beginne ihrer Wirkung ein ähnlich plötzliches Schrumpfen der Bindegewebefasern zu Stande wie Temperaturen über 60° Cels. In Chlorcalcium oder Pottasche eingebettet, werden die Bündel und Fibrillen durch Wasserentziehung gehärtet. Einer Tanninlösung wird durch eine entsprechende Menge von Bindegewebe bald alles Tannin entzogen. Das so erhaltene Leder, namentlich wenn es aus vorher gekalktem Bindegewebe bereitet ist, eignet sich noch besser als nach anderen Methoden gehärtetes Bindegewebe zur Anfertigung feiner Durchschnitte, wenn es sich um die Anordnung der Bindegewebebündel in einer compacteren Bindegewebsmasse handelt[3].

Wurden auf solchen Schnitten die Bündel, welche bisher der Länge nach betrachtet worden sind, quer getroffen, so kann man auch die feinen Durch-

---

1) Allgemeine Anatomie. Bd. 195. Jahresbericht für 1857. p. 38.

2) Reichert Müller's Archiv. 1847. — Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857. p. 31. — Klopsch, Müller's Archiv. 1858. p. 417. — Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 9. p. 140.

3) Rollett, Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 30. p. 45. u. Fig. 3. Taf. I.

schnitte der im Bündel neben einander liegenden Fibrillen in Form runder oder etwas eckiger Felder wahrnehmen. Das letztere Resultat erreicht man aber namentlich an Sehnen weitaus am besten, wenn man das frische Gewebe auf eine Bleiplatte anfrieren lässt, die, auf einem festen Gestell aus Eisen liegend, in eine Frostmischung eingesenkt wird, so dass nur die obere Fläche frei bleibt, und dann auf der Platte die Schnitte mit gekühlten Messern anfertigt. Henle und Stadelmann [1] sahen die Fibrillenquerschnitte zuerst an Schnitten getrockneter Sehnen.

Werden die aus gefrorenen oder getrockneten Sehnen gefertigten Querschnitte mit Essigsäure behandelt, so entsteht dadurch, dass sich die Ränder der durchschnittenen Bündel bei ihrer raschen in der Richtung des Querdurchmessers erfolgenden Quellung umschlagen, ein eigenthümliches Bild, welches, nachdem es zuerst von Donders [2] beschrieben wurde, später von Gerlach [3] und Machik [4] wieder behandelt wurde. Die umgeschlagenen Ränder laufen wie breite quergestreifte und in Wellenlinien gelegte Bänder durcheinander.

Die Fibrillen und die Fibrillenbündel des Bindegewebes sind in verschiedenen aus diesem Gewebe zusammengesetzten Organen in verschiedener Weise angeordnet [5]. Die Bündel laufen parallel neben einander, oder vereinigen sich nur unter sehr spitzen Wirbeln wie in den Sehnen und Bändern.

Oder die verschieden starken Fibrillen-Bündel bilden, indem sie sich unter verschiedenen Winkeln durchkreuzen, theilen und wieder vereinigen, ein dickes oder dünneres verfilztes Lager, durch welches drei aufeinander senkrechte Schnitte so gelegt werden können, dass der eine alle Bündel vorherrschend in ihrer Längenrichtung trifft, während die beiden anderen längs-, schräg- und quergetroffnen Bündel enthalten. Auf einem der zwei letzteren Schnitte kann wieder die eine oder die andere Schnittrichtung im Bündel vorherrschen und können so Uebergänge zur parallel faserigen Anordnung entstehen. Die erwähnten Arten der Anordnung finden sich in der Lederhaut und den meisten aus Bindegewebe gebildeten Häuten.

Eine besondere Anordnung der Bündel kommt in den serösen Häuten vor, am schönsten ausgeprägt im grossen Netz des Menschen (Fig. 3) und vieler Säugethiere (Katze, Hund, Maus). Die in der dünnen Platte verlaufenden Fibrillenbündel lassen, indem sie sich oftmals theilen und wieder vereinigen, grössere oder kleinere Maschenräume zwischen sich übrig, so dass die ganze Platte ein schleierartiges Ansehen gewinnt. Ein sehr wichtiges hier zu beobachtendes Verhältniss ist aber, dass den Rändern des Maschenraumes zunächst

---

1) Sectiones transversae etc. Diss. inaug. 1844. — Henle's Jahresbericht 1844. p. 15.
2) Holländische Beiträge. I. Band. p. 258.
3) Handbuch der Gewebelehre. Mainz 1850. p. 110. Fig. 42.
4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 34. p. 91.
5) Bruch, Zeitschrift für rationelle Med. Bd. VII. p. 378 u. 379. — Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt. p. 79. — Rollett, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 30. p. 45 u. d. f.

wirklich in sich zurücklaufende Fibrillenzüge beobachtet werden, welche die Maschenräume gleichsam auszurunden scheinen (Fig. 3).

Man hat die letztere Anordnung des Bindegewebes als eine besondere Form unter dem Namen des netzförmigen (Kölliker[1]), auch areolaren (Hassall[2]) Bindegewebes aufgestellt. Die letzteren Bezeichnungen sind aber eben nur auf die besondere Form der Anordnung des fibrillären Bindegewebes zu beziehen.

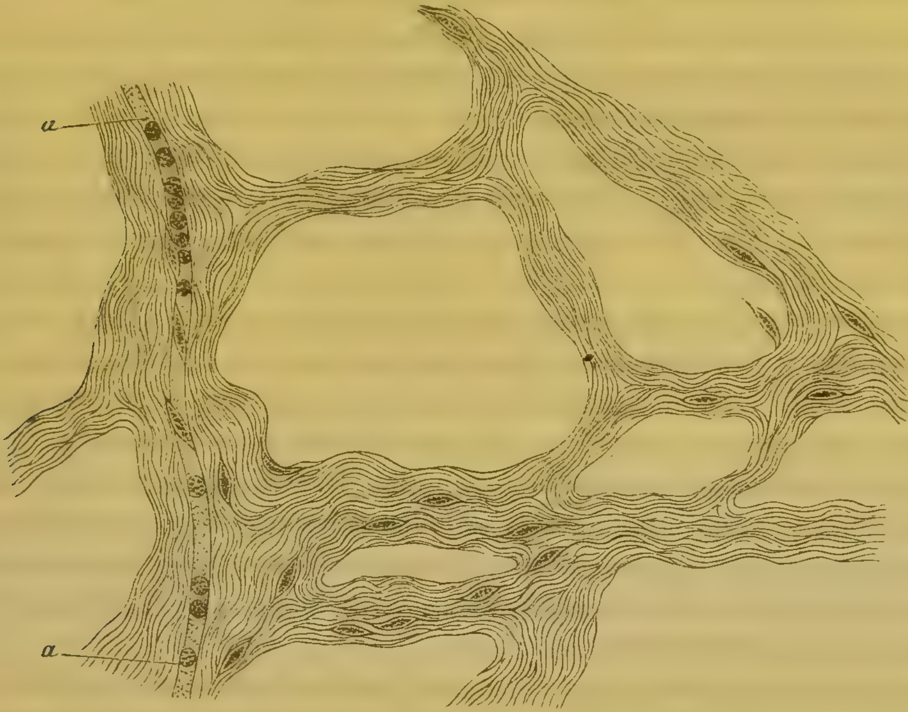


Fig. 3. Grosses Netz vom Menschen. *aa* ein Blutgefäss.

Eine weitere Art der Anordnung der Bindegewebebündel ist die, bei welcher von drei aufeinander senkrechten Schnitten keiner die Faserzüge vorherrschend der Länge oder der Quere nach trifft, sondern jeder die verschiedensten Schnittrichtungen enthält. Sie kommt, aber nicht durchgehends vor in dem interstitiellen Bindegewebe der Organe, also in dem formlosen Bindegewebe Henle's[3], während die früher beschriebenen Anordnungen im geformten Bindegewebe Henle's vorherrschen. Henle selbst wollte aber die Grenzen zwischen beiden nicht scharf gezogen wissen.

Nicht nur in Bezug auf die Anordnung der Bündel, wie eben bemerkt wurde, kommen Verschiedenheiten zwischen dem Bindegewebe verschiedener Organe vor, auch die Bündel selbst zeigen Verschiedenheiten, denn in gewissen Organen erscheinen die feinen Fibrillen in allen Querschnitten eines Bün-

---

1) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 74.

2) Mikroskopische Anatomie. Uebersetzt von Kohlschütter. Leipzig 1852. p. 232. Taf. 35. Fig. 7.

3) Allgemeine Anatomie. p. 354.

dels in vollständig gleichmässiger sehr geringer Entfernung ihrer Oberflächen parallel neben einander gelagert, den geraden oder lang geschwungenen Grenzcontour des Bündels nachahmend. In anderen dagegen sind die Fibrillen im Bündel selbst in kleineren Abtheilungen dichter, die letzteren selbst durch besondere sehr kurze Schwingungen ihres Contours weniger dicht aneinandergelagert. Demgemäss zerfallen die Bündel ersterer Art bei der Behandlung mit Kalk- und Barytwasser sogleich in Fibrillen, die Bündel zweiter Art zuerst in jene Abtheilungen und diese zuletzt in Fibrillen.

Ich habe schon einmal darauf verwiesen [1], dass diese Verschiedenheit am meisten sich aufdrängt bei der vergleichenden Untersuchung der Sclerotica und Conjunctiva desselben Auges.

Bündel der ersteren Art kommen den früher sogenannten fibrösen Geweben zu. Bündel der letzteren Art den gewöhnlichen Bindegewebetexturen.

Es ist hier der Ort, auch über die Gewebespalten des Bindegewebes etwas beizubringen.

Demjenigen, der die Anordnung des Bindegewebes genau untersucht, kann es nicht zweifelhaft sein, dass interfibrilläre Spalten im Bindegewebe existiren. Es ist auch das einfachste Beobachtungsresultat, dass die collagene Substanz des Bindegewebes nicht in allen Theilen eines Stückchens in gleich inniger Berührung ist, dass sie nicht in allen Theilen mit derselben Festigkeit zusammenhängt. Die Verschiedenheiten in der Anordnung der Fibrillen und der Bündel, die Resultate der Zerlegung mit Kalk- und Barytwasser ergeben das unmittelbar, auch an Bindegeweben, wo die oben erwähnte umspinnende Formation an den Bündeln fehlt.

Man kann sich also nicht vorstellen, dass die Fibrillen und Bündel in einer gleichmässig zwischen denselben vertheilten Flüssigkeit schwimmen, wie Engelmann für die Cornea annimmt [2]. Ebensowenig kann man sich die Schleim- oder Mucoidsubstanz, welche His [3] annimmt, noch auch den oben erwähnten Gewebekitt vollständig gleichmässig vertheilt zwischen den Fibrillen und Bündeln vorstellen. Dafür sprechen auch die Versuche, bei welchen von Wittich [4], um die Existenz des plasmatischen Kanalsystemes von Virchow experimentell zu erproben, in Sehnen Indigoküpe durch Capillarität aufsteigen liess und darnach besonders vertheilte blaue Niederschläge in den Sehnen fand. Damit sei übrigens nicht entschieden, dass man sich die mit Flüssigkeit erfüllten Durchgänge zwischen den fester vereinigten Bündeln und Fibrillen des Bindegewebes in Form jenes angeblich mit den Lymphwurzeln zusammenhängenden Kanalwerkes vorstellen darf, welches v. Recklinghausen [5] unter dem Namen der Saftkanälchen auf Grund der durch Silberbehandlung dargestellten

1) l. c. p. 58. 2) Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867. p. 6 u. d. f.
3) Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1865. p. 23.
4) Virchow's Archiv. Bd. IX. p. 187.
5) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.

Bilder beschrieben hat. Diese Frage wird in dem Abschnitte Lymphgefässe erörtert werden.

Für die wandernden Zellen des fibrillären Bindegewebes, dieses in seiner ganzen Ausdehnung und Verbreitung betrachtet, aber würde sich ergeben, dass sie im Bindegewebe nicht alle beliebigen Wege einschlagen können, sondern nur bestimmte, die nicht allein von der Undurchdringlichkeit der collagenen Substanz, sondern auch von der ungleichmässigen Vertheilung einer festeren Kittsubstanz abhängig sind.

Wie man die Zellen des fibrillären Gewebes am besten darstellen und untersuchen kann, wurde schon früher angegeben. Hat man möglichst frisches fibrilläres Bindegewebe in der oben angeführten Weise behandelt, so stellen sich Fibrillen und Zellen immer gleichzeitig dar (Fig. 2 u. 3). Hier sei noch erwähnt, dass man auch mit Goldchlorid an festeren Bindegeweben sehr schöne Bilder erhält, in welchen die Zellen roth oder blauroth, die Fasermasse nicht gefärbt erscheint (Cohnheim[1]). Früher wurde zur Darstellung der Zellen des fibrillären Bindegewebes häufig die Essigsäure angewendet; allein wegen der Veränderungen, die dieses Reagens an den Zellen hervorbringt und wegen des Umstandes, dass dann die Anordnung der Fibrillen und Bündel verwischt ist, wird sich das früher angegebene Verfahren immer besser eignen.

Auch das Kochen des Bindegewebes wurde in gleicher Weise angewendet (Henle[2], Virchow[3]). Allein gerade diese Methode hat zu den Trugbildern der sternförmigen Zellen auf dem Sehnenquerschnitt geführt, wie man jetzt weiss (Henle[4], Reichert[5], Bruch[6], Rollett[7]), und ist auch geeignet, in anderen bindgeewebigen Organen solche Trugbilder zu erzeugen, die dadurch entstehen, dass die verkürzten und aneinandergedrängten Bündel, wenn sie auf dem Querschnitt nebeneinander liegen, drei- oder vierseitige Spalten mit eingebogenen Seiten zwischen sich übrig lassen.

Neben den Zellen des Bindegewebes werden in demselben durch Säurebehandlung oder durch Kochen auch noch scharfcontourirte Fasern sichtbar, von welchen gleich berichtet werden soll. Handelt es sich darum, einen raschen Ueberblick über diese Einlagerungen zu gewinnen, dann allein können die zuletzt erwähnten Methoden benutzt werden.

Die elastischen Fasern. Diese Fasern, welche fast in allem Bindegewebe sichtbar werden, wenn man dasselbe durch Behandlung mit Essigsäure oder durch Kochen durchsichtig macht, sind scharf und glattrandig. In gekochtem Bindegewebe zeichnen sich dieselben durch ihren meist stark

---

1) Cohnheim, Archiv für patholog. Anatomie. Bd. 38. p. 352.
2) Jahresbericht für 1850. p. 40.
3) Würzburger Verhandlungen Bd. II. p. 154.
4) Jahresbericht für 1851. p. 23.
5) Müller's Archiv. 1854. p. 38.
6) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. VI. p. 171.
7) l. c. Bd. 30. p. 69.

gewundenen Verlauf aus, in dem in Säure gequollenen Bindegewebe verlaufen sie etwas gestreckter. Diese Fasern unterscheiden sich von den Bindegewebsfibrillen nicht nur durch die Resistenz gegen die erwähnten Einflüsse, sondern auch dadurch, dass sie eine grosse Neigung haben, sich zu verzweigen und Netze zu bilden. Dieselben treten bald nur in geringer Anzahl im Bindegewebe auf, und sind dann meist cylindrisch, fein, etwa von der Stärke der Bindegewebsfibrillen, spärlich verzweigt und umfassen nur lange, grosse Maschenräume, wie in den menschlichen Sehnen, oder sie sind in grösserer Anzahl vorhanden, verzweigen sich vielfach und stellen durch häufige Anastomosen verbunden ein feines, zierliches Netz dar, wie an der Oberfläche mancher serösen und Schleimhäute. Es können aber auch die einzelnen Fasern zu einer viel ansehnlicheren Stärke gelangen. Sie verbreitern sich dann zu meist etwas flachen Balken, die mit eben solchen oder feineren aus der Verzweigung der Balken hervorgehenden Fasern sich zu einem sehr charakteristischen Netze verbinden, wie in der Cutis und in den Lungen. An einzelnen Orten, z. B. im Nackenband der Thiere, in den gelben Bändern der Wirbelsäule, in der Tunica elastica der Arterien treten die elastischen Fasern in so grosser Menge auf, dass man dort auch von einem selbstständigen elastischen Gewebe spricht. Dann sind die Fasern meist dick und vielfach unter spitzen oder mehr stumpfen Winkeln verzweigt und verbunden, so dass nur enge, längliche, oder aber kleine, runde oder ovale Maschen zwischen denselben übrig bleiben. Oft erscheinen die Balken sehr verbreitert oder unter einander verschmolzen zu elastischen Platten oder zu Häuten, die von scharfrandigen Löchern durchbrochen werden, sog. gefensterten Membranen (Arterienhäute). Weder von verdünnter noch concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern verändert, sie widerstehen auch bei gewöhnlicher Temperatur der Kali- und Natronlauge sehr lange. Die letztere giebt eines der besten Mittel ab, sie im Bindegewebe hervortreten zu lassen. Concentrirte Schwefelsäure macht die elastischen Fasern heller, ohne dass sie dabei sofort aufschwellen, es braucht tagelanger Wirkung, bis die Fasern quellen und sich aufzulösen beginnen.

Die elastischen Fasern lösen sich beim Kochen wenigstens in der Zeit, welche nothwendig ist, das Collagen des Bindegewebes in Leim zu verwandeln, nicht auf. Und man erhält, wenn man vorher mit Kalilauge Bindegewebe und albuminoide Substanzen z. B. aus dem Nackenbande entfernt, keinen Leim im gewöhnlichen Sinne. Dass die elastischen Fasern selbst, bei anhaltendem Kochen (Eulenburg[1] und Joh. Müller[2]), oder bei dreissigstündigem Erhitzen bei einer Temperatur von 160° (Max Schultze[3]) sich auch auflösen, wird angegeben. Dabei erhält man aber nur eine nicht gelatinirende, nach Leim riechende, bräunliche, durch Gerbsäure fällbare Flüssigkeit.

1) De tela elastica. Berlin 1836.

2) Poggendorf's Annalen. 1836. Bd. 38. p. 311.

3) Annalen der Chemie und Pharmacie. 1849. p. 294.

Auch wenn das Bindegewebe durch Digestion mit Säuren bei 40° in Leim übergeführt wird, bleiben die elastischen Fasern im Rückstand (Kühne[1]). Die elastischen Fasern färben sich mit Millon's Reagens roth und geben die Xanthoproteinsäurereaction. Mit Alkohol, Aether, kochendem Wasser, Essigsäure und Alkalien gereinigtes (W. Müller[2]) Nackenband wurde unter dem Namen des Elastin beschrieben und analysirt.

An den elastischen Fasern der Haut und der subserösen Schichten des Peritonäum und der Chordae tendineae vom Hund sah v. Recklinghausen[3] nach der Silberbehandlung von Strecke zu Strecke einen schwarzen Niederschlag im Innern der Fasern und ist darum geneigt, sie für hohl zu halten. An den Fasern des Nackenbandes und der Gefässhäute fehlte die Erscheinung. Frey[4] glaubte gesehen zu haben, dass in manchen elastischen Fasern nach der Imbibition mit Carminammoniak und Neutralisation mit Essigsäure Carminkörnchen sich niedergeschlagen, ist aber selbst an der Beweiskraft solcher Bilder für das Hohlsein der Fasern zweifelhaft geworden. v. Wittich[5] erhielt bei seinen Versuchen mit Indigo in den elastischen Fasern des Lig. nuchae keine Niederschläge. An den breiten Querschnitten der elastischen Fasern des Nackenbandes vom Ochsen ist von einer Höhlung in der That nichts zu sehen.

Verbreitung des fibrillären Bindegewebes beim Menschen. Was das Vorkommen fibrillären Bindegewebes betrifft, so bestehen aus demselben beim Menschen die Bänder des Skelettes, das Periost und Perichondrium, die Aponeurosen, Fascien, Sehnen, die fibrösen Häute, das Stroma der serösen Häute, der meisten Schleimhäute, der äussern Haut, das subseröse, subcutane und submucöse Bindegewebe. Es kommt vor in den Gefässhäuten, namentlich den Adventitien und im Endocardium, in den gefässtragenden Häuten des Auges und der Nervencentralapparate und als interstitielles Bindegewebe der meisten Organe.

Entwicklung des Bindegewebes. Die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes ist eine der schwierigsten histologischen Fragen. Nachdem sich gegen die Ansicht Schwann's[6], dass in die Länge auswachsende Zellen in Fibrillenbündel zerklüften, zunächst Henle[7] ausgesprochen hatte, fand des letzteren Angabe, dass eine anfangs gleichförmige Substanz, die bestimmte geformte Bestandtheile einschliesst, später in die Bündel und Fibrillen des Binde-

---

1) Physiologische Chemie. Leipzig 1866. p. 356.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. X. 3 R. p. 173.
3) Die Lymphgefässe etc. p. 59.
4) Histologie und Histochemie. Leipzig 1867. p. 247.
5) Archiv f. pathol. Anatomie. Bd. X. p. 187.
6) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung etc. | Berlin 1839. p. 133 u. d. f. 7) Allgemeine Anatomie. p. 379.
8) l. c. u. Canstatt's Jahresbericht 1851. Bd. I. p. 26.
9) Die Entwicklung der Bindesubstanzen. Tübingen 1858.

gewebes zerfalle, immer mehr Eingang. Sehr verschieden war aber die Deutung, welche den hier concurrirenden Formen und Massen von den einzelnen Autoren gegeben wurde.

Die gleichförmige, in die Bündel und Fibrillen des Bindegewebes übergehende Substanz sollte aus einer Verschmelzung von Zellmembranen mit einer Intercellularsubstanz hervorgehen, Bündel und Fibrillen nur der optische Ausdruck einer Faltung dieser Substanz sein, die Zelle mit dem Kern oder bis auf diesen aber atrophiren (Reichert [1]). Nach einer anderen Auffassung geht nicht ein zwischen den Kernen vorhandenes Blastem die fibrilläre Umwandlung ein, sondern die Formen, zwischen welche jenes als Intercellularsubstanz reichlich abgelagert wird, sind die von Schwann im embryonalen Bindegewebe nachgewiesenen Spindelzellen. Die letzteren haben an der Zerklüftung keinen Antheil (Virchow [2], Donders [3], Kölliker [4]), sondern persistiren in etwas verkümmertem Zustande als Zellen (Virchow, Kölliker), oder in ein plasmatisches Kanalsystem (Virchow) umgewandelt, oder in elastische Fasernetze (Donders) übergehend fort.

Max Schultze [5] und Beale [6], welchen viele Andere zustimmen, sehen, wie schon erwähnt, die allmählich sich fibrillär umwandelnde Grundsubstanz als das Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung einander genäherter Embryonalzellen an, bei dessen Umwandlung in fibrilläres Bindegewebe ausser den Kernen noch ein wenig unverändertes Protoplasma um die Kerne übrig bleibe (Bindegewebskörperchen).

Endlich lassen neuerlichst Kusnetzoff [7] und Obersteiner [8] die Fibrillen des Bindegewebes direct durch Auswachsen ungetheilter oder verästigter Fortsätze von Spindelzellen entstehen.

Gegenüber diesen so verschiedenen Ansichten wird es sich darum handeln, vorerst bestimmte Bilder zu fixiren, auf welche man stösst, wenn man die Entwicklung des Bindegewebes über möglichst viele Stufen verfolgt.

Es muss sogleich bemerkt werden, dass nicht die Sehnen oder andere derbere Bindegewebslager die tauglichsten Objecte hiezu abgeben. Man macht an den dünnen Platten seröser Häute, wie sie Henle und Baur zur Untersuchung benutzten, mehr Erfahrungen. Vorzüglich tauglich ist das grosse Netz von menschlichen und Thier-Embryonen, die in Müller'scher Flüssigkeit conservirt wurden.

Dort sieht man nach Abhebung des Epithels, dass die erste Anlage aus rundlichen nur etwas verlängerten dichtgedrängten Zellen besteht. Bei einem

---

1) Beiträge zur vergleichenden Anatomie etc. p. 108.

2) l. c. 3) Donders l. c. Bd. 3. p. 348.

4) Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Würzburg 1861. — Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 76.

5) Reichert u. du Bois, Archiv 1861. p. 13. 6) l. c.

7) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 162.

8) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 251.

4 Centim. langen Schafembryo massen dieselben im Mittel 0,0256 Mm. der Länge, 0,0096 Mm. der Breite nach. Die Kerne dieser Zellen sind rund und schwach oval, sie erscheinen körnig, die Körner besitzen aber keinen besonderen Glanz und ebenso ist auch der ganze Kern durch keinen scharfen Contour von dem ihn umgebenden Protoplasma getrennt. Das letztere erscheint schwach getrübt, ohne deutliche Körnung. Liegen diese Zellen noch dicht beisammen, so sind die Grenzen derselben verwischt oder nur schwach angedeutet. Am Rand der Präparate, oder wenn man etwas zerzupft hat, erhält man aber die Zellen isolirt.

Sieht man dieses Bild, welches durch Färbung mit Carmin um vieles verdeutlicht wird, dann könnte man sich leicht die Vorstellung machen, man hätte das mit Kernen besetzte Blastem oder die verschmolzenen Protoplasmamassen vor sich, aus deren Zerklüftung die Fibrillen entstehen, allein man ist zu dieser Zeit vom Auftreten der Fibrillen im Netze noch weit entfernt. Das beschriebene Bild geht zunächst successive über in das folgende.

Die ursprünglich schlecht differenzirten Kerne werden zu deutlich doppelt contourirten bläschenförmigen Gebilden, die in den Randtheilen hell erscheinen, in ihrem Innern, gewöhnlich der längeren Axe entsprechend, eine aus gröberen Körnern zusammengesetzte Masse bergen. Die Zellen verschmälern sich und wachsen zu langen Spindeln aus (Fig. 4). Die Ausläufer erscheinen hie und da knotig, sie verzweigen sich spärlich, hängen aber häufig der Länge nach mit einander zusammen. Oft sind zwei kerntragende Knoten auch nur durch

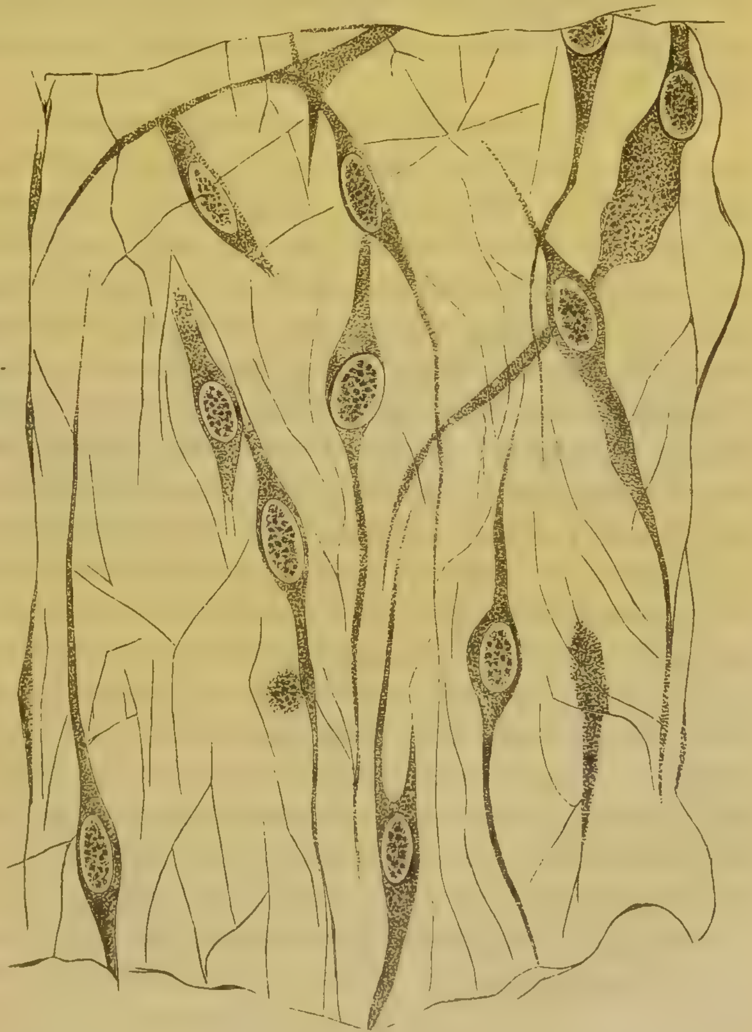


Fig. 4. Aus dem grossen Netz eines 7 Centimeter langen Schafembryo.

eine kurze Brücke von Protoplasma verbunden und stellen mit ihren freien Ausläufern eine zweikernige Doppelspindel dar. Auch der Quere nach getheilte Spindelzellen kommen, obwohl selten, zur Beobachtung. Diese schönen und langen Spindelzellen erscheinen durch eine helle Substanz weit auseinander geschoben, in der letzteren bemerkt man anfangs nichts anderes als kurze, abgebrochen aufhörende, geschlängelte Linien. Sehr bemerkenswerth ist es, dass zwischen den eben beschriebenen ausgewachsenen Zellen runde Zellen eingesprengt vorkommen; dieselben zeigen eine körnige Beschaffenheit und ein- oder mehrfache kleine runde Kerne, wie solche den amöboiden Zellen zukommen. In diesem Bilde, welches sich in seinem Entstehen aus dem zuerst beschriebenen bei Schafembryonen zwischen 4 Centim. bis 7 Centim. Länge sehr gut verfolgen lässt, liegen uns also ganz exquisite Formen der von Schwann und Virchow beschriebenen Spindelzellen des embryonalen Bindegewebes vor.

Solche Spindelzellen finden sich auch noch reichlich vor im Netze älterer Embryonen, allein sie überschreiten noch während des intrauterinen Lebens ihre Blüthezeit. Sie werden namentlich in ihren Fortsätzen verschmächtigt, bleiben aber dabei sehr lang, und es kostet dann Mühe, ihre feinen Ausläufer zu verfolgen. Währenddem entstehen aber in der hellen Substanz zwischen den Zellen anfangs spärlich und dünn die geschlängelten, glatten, unverzweigten Fibrillen. Diese lassen sich, die Zellausläufer unter verschiedenen Winkeln durchkreuzend, über eine ganze Reihe von Spindelzellen hin verfolgen. Manchmal schliessen sie sich aber auch für eine Strecke der Längenaxe der Spindelzelle an und dann kommen Bilder zu Stande, welche leicht zur Annahme eines Zusammenhanges der Fibrille mit den Zellen selbst verführen können. Allein es giebt zahlreiche Bilder, an welchen man sich überzeugen kann, dass ein solcher Zusammenhang der sehr fein zugespitzten Zellausläufer mit den ebenso feinen Fibrillen nicht existirt. Man kann, wenn man von den Zellen ausgeht und die nöthige Sorgfalt verwendet, ihre langen Ausläufer bis zu ihrem freien Ende mit Nr. 10 à immersion von Hartnack gut verfolgen. Andererseits lassen sich ebenso gut die einzelnen Fibrillen über das ganze Präparat und alle Zellen hin in continuo als glatte leicht geschlängelte, nirgends verdickte Fäden verfolgen. Die Substanz der Zellausläufer färbt sich an Carminpräparaten etwas stärker, der Rand derselben hat nicht das glatte Aussehen, wie der Contour der Fibrille, sondern der Contour zeigt sehr feine Unregelmässigkeiten, er ist auf kurze Strecken feinbuchtig und etwas geknickt.

Zur Zeit, wo die Fibrillen auftreten, stellt die Bindegewebsplatte des Netzes noch eine zusammenhängende Lamelle dar. Und das bleibt so, bis sich neben den einzelnen geschwungen verlaufenden Fibrillen auch schon Bündel ausgebildet haben. Das Netz fünfmonatlicher menschlicher Embryonen giebt, was Bündel, Fibrillen und fein und langausgezogene Spindelzellen betrifft, ein sehr distinctes Bild (Fig. 5).

Später treten aber beim Menschen und bestimmten Thieren, z. B. beim Hund, nicht beim Schaf, grössere oder kleinere scharf umrandete Löcher [1]) auf. Beim menschlichen Neugeborenen sind dieselben noch wenig zahlreich und um Vieles kleiner als beim Erwachsenen und man bemerkt jetzt hart am Rande jener Löcher auch schon die noch dünnen Züge der umrandenden Fibrillen.

Verfolgt man die Entwicklung in noch weitere Lebensalter hinein, wie es mir durch Untersuchung des Netzes von einem 1 Jahr alten Kinde, ferner von einem 11 Jahre alten Kinde möglich war, so bemerkt man, dass die Anzahl der Lücken in der Netzplatte fortwährend zunimmt, die Bündel und Fibrillenzüge wachsen in die Dicke, besonders schön ist dies an den früher beschriebenen, die Löcher umrandenden Kreisfasern zu sehen. Auch während dieses Heranwachsens des Netzes ist entschieden nichts davon zu sehen, dass die Neubildung der Fibrillen durch Auswachsen von Zellen entstünde.

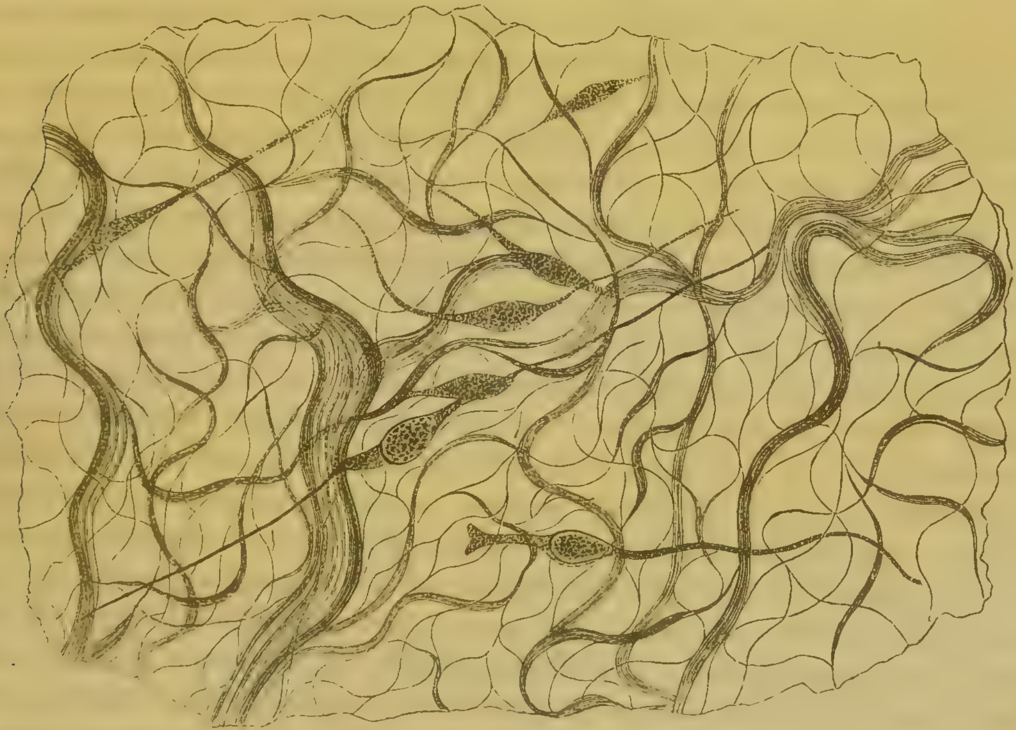


Fig. 5. Grosses Netz eines 5monatlichen menschlichen Embryo.

Geht man mit den an diesem Objecte gemachten Erfahrungen an die Untersuchung der Sehnen von eben so behandelten Embryonen, dann wird man in der Beurtheilung der sich ergebenden Bilder manche Vorsicht anwenden.

Bei jungen Embryonen sieht man auch hier anfangs dicht gedrängt liegende rundliche Bildungszellen mit eben den noch schlecht differenzirten Kernen. Diese Zellen verlängern sich etwas in der Richtung der Längenaxe der Sehne, die Zellgrenzen sind dann auch hier nur schwach angedeutet. Die

1) Vergleiche Bruch, Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. VIII. Fig. 1.

isolirten Zellen erscheinen nach Art eines zarten Flöckchens an Carminpräparaten mit dem stark roth gefärbten Kern in der Mitte. Diese Zellen wachsen darauf mehr in die Länge und ebenso strecken sich ihre Kerne, die letzteren werden dabei schärfer contourirt, hell an ihren Rändern und bekommen einen länglichen Körnerhaufen in ihrem Innern. Die in die Länge gewachsenen Zellen scheinen aus einer stärker lichtbrechenden Substanz gebildet, als die ursprünglichen Zellen und sind leichter zu isoliren. Eine helle, glatte Zwischensubstanz, wie sie bei der Bildung des Bindegewebes im Netze der Fibrillenanlage vorausgeht, ist hier niemals zu sehen. Es treten vielmehr sehr frühe anfangs spärlich, später zwischen den immer mehr verlängerten und besser begrenzten und verschmächtigten Zellen immer zahlreicher die feinen, glatten, völlig homogenen und durchsichtigen Fibrillen auf. Solche lassen sich durch Zerzupfen schon isoliren, wenn die Zellen noch verhältnissmässig wenig gestreckt sind und sind häufig über die ganze Länge des herausgeschnittenen kleinen Sehnenstückchens hin in continuo zu verfolgen. Sind die Zellen länger geworden — und sie verlängern sich absolut sowohl als relativ zu ihrer Breite, während die letztere absolut kleiner wird — dann hat auch die Zahl der Fibrillen schon bedeutend zugenommen. Diese sind wieder über die ganze Sehne hin ununterbrochen zu verfolgen, also über eine ganze Reihe von Zellen hinlaufend. Endlich sind zwischen einer grösseren Anzahl der neugebildeten Fibrillen schmächtigere, an ihren Enden lang und fein ausgezogene Spindeln enthalten, dieselben lassen sich leicht isoliren, ihre feinen Enden schmiegen sich ebenfalls innig an die Fibrillen an. Es gelingt aber auch hier bei gehöriger Ausdauer, sich von der Unabhängigkeit beider zu überzeugen und zahlreiche Fibrillen vollständig glatt, homogen und ohne die Andeutung irgend eines Knotens von dem einen Ende der Sehne bis zum andern zu verfolgen. Das letztere ist wie gesagt schon möglich, wenn die Zellen noch verhältnissmässig breit und kurz sind. Unter mächtiger Zunahme der Fibrillen und Auseinanderrücken der Zellen, die sich mehr und mehr verschmächtigen, geht die Entwicklung weiter. Beim Neugeborenen und Erwachsenen können die verkümmerten Spindelzellen, wie aus dem Früheren hervorgeht, auf dieselbe Weise dargestellt werden, wie zu allen Zeiten des embryonalen Lebens, auch hier findet sich niemals eine Zelle in den Verlauf einer Fibrille eingeschaltet.

Nach den eben mitgetheilten Beobachtungen muss eine Entwicklung in der Weise, dass die Fibrillen durch Auswachsen von Zellenfortsätzen entstehen, im vorliegenden Falle in Abrede gestellt werden.

Man findet die Fibrillen in beträchtlichen Strecken ihrer Länge gleichzeitig angelegt. Ein Theil der in der embryonalen Anlage eines bindegewebigen Organes enthaltenen Zellen oder alle wachsen während der Entwicklung zu beträchtlich langen Spindelzellen aus, dabei rücken die Zellen auseinander, entweder dadurch, dass anfangs eine geringe, später immer grössere Menge von Fibrillen zwischen denselben auftritt, wie bei den Sehnen, oder dadurch, dass anfangs eine durchsichtige, unterbrochen gestreifte Substanz in grösserer

Menge auftritt, in welcher die Fibrillen erst später sichtbar werden, wie beim Netz. Dies ist in Kürze das, wovon sich, wie ich glaube, Jeder wird überzeugen können.

Ueber die Bedeutung der grösseren Menge von homogener Substanz, welche im Netz unter gleichzeitigem Auswachsen der Zellen der Bildung der Fibrillen vorausgeht, ist zwar nur schwer eine bestimmte Vorstellung zu gewinnen; daher kann nur das mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Fibrillen auf Kosten einer grösseren zusammenhängenden Masse durch eine Art von Prägung entstehen [1].

Die wahrscheinlichste Annahme bleibt aber auch hier, dass die in einem gewissen Entwicklungsstadium der Netzplatte auftretende homogen erscheinende Zwischensubstanz aus einer ungleichmässig gegen die mittleren Theile der mächtig auswachsenden Bildungszellen fortschreitende Metamorphose der Zellsubstanz entsteht. Die aus der Verschmelzung der metamorphosirten Zellsubstanz entstandene Platte wird dann erst secundär unter fortschreitender fibrillärer Umbildung von glattrandigen Löchern durchbrochen.

Was das Wachsen des Bindegewebes und Sehnengewebes anbelangt, so beträgt nach Harting [2] die Breite der Fibrillen beim Fötus 0,0010—0,0014 Millim., beim Erwachsenen 0,0007—0,0017 Millim., da also die Fibrillen sich nicht verdicken, muss ihre Zahl wachsen. In den Sehnen ist das formlose Bindegewebe zwischen den Sehnenbündeln mächtiger. Die Sehnenbündel nehmen an Dicke, aber auch an Zahl zu. In Bezug auf die letztere Thatsache hat Obersteiner [3] die Stellen, von welchen die Neubildung ausgeht, theils zwischen den alten Bündeln und dem umhüllenden Bindegewebe, theils im umhüllenden Bindegewebe selbst nachgewiesen.

Ueber die Entwicklung des Reticulum und der adenoiden Substanz der Lymphdrüsen aus einem aus gleichförmigen Zellen zusammengesetzten embryonalen Bindegewebe liegen Angaben von Sertoli [4] vor.

Was das Ligamentum pectinatum Iridis betrifft, so sieht man bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen noch deutlich die Zusammensetzung des Balkengewebes aus verzweigten abgeplatteten und in ihrer Substanz glatt und dicht gewordenen Zellen, in welchen Balken noch Reste der später verstreichenden Kerne zu sehen sind.

Was die Genesis der elastischen Fasern betrifft, so wurden darüber im Laufe der Zeit sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Die Entstehung aus Kernen, welche Henle vor langer Zeit wahrgenommen zu haben glaubte,

---

1) Einer brieflichen Mittheilung Babuchin's an Stricker entnehme ich, dass Babuchin im Gallertgewebe von Fischen sich von dem Auswachsen der Zellen zu Fibrillen überzeugt haben will. Er giebt aber an, dass das, was er Fibrillen nennt, unter Umständen sich gegen den Kern der Zelle contrahirte, diese dadurch rund wurde und nun anfing, von neuem bewegliche Fortsätze auszuschicken. Das letztere ist für mich der stärkste Beweis dafür, dass es Babuchin in seinen Objecten nicht mit Bindegewebsfibrillen zu thun hatte.

2) Recherches micrometriques sur le developpement des tissus etc. 1845. p. 53.

3) l. c. 4) Wiener Akademie. Sitzungsberichte. Bd. 54. p. 149.

wurde von Henle[1] selbst wieder in Abrede gestellt. Man überzeugte sich auch, dass sie nicht nach der von Donders[2] angegebenen Weise aus Zellen sich entwickeln.

Man stiess vielmehr, soweit man sie bis jetzt zurückverfolgte, gleich auf eine Faseranlage (Henle[3], Reichert[4], H. Müller[5]).

Bemerkenswerth ist, dass die einmal angelegten Fasern sich verdicken.

Fettzellen im Bindegewebe. An verschiedenen Stellen des Thierkörpers beherbergt das Bindegewebe in gehäufter Zahl Zellen, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass sie bei ziemlich ebenmässig entwickelten Durchmessern sehr gross sind und in ihrem Innern einen grossen, die Zelle ausfüllenden Fetttropfen enthalten. Der Durchmesser dieser Zellen reicht beim Menschen bis zu 0,2 Millim. Ihre Gestalt ist rund oder länglich rund. Wo solche Fettzellen in grösserer Menge ins Bindegewebe eingelagert erscheinen, sind sie in einzelne, von stärkeren Bindegewebszügen gesonderte Gruppen abgetheilt (Fettläppchen). Jedes dieser Läppchen erhält seine Gefässe, die mit ihren Verästelungen von der Oberfläche des Läppchens mit feineren Bündeln des Bindegewebes ins Innere des Läppchens gelangen, wo sie capillar zerfallen, so dass kleinere Gruppen oder auch einzelne Fettzellen von den Gefässschlingen umfasst werden.

Durch das Vorkommen von solchem Fettzellengewebe sind einzelne Orte des menschlichen Körpers besonders ausgezeichnet, so kommt es im subcutanen Bindegewebe als panniculus adiposus vor, der an verschiedenen Stellen des Körpers bald sehr ausgiebig (Brustdrüse des Weibes, Schamgegend, Gesäss, Fusssohle) bald weniger ausgiebig entwickelt ist, und nur an einzelnen Stellen fehlt (Augenlider, männliche Geschlechtstheile). Fettzellengewebe findet sich ferner im Netz, Mesenterium, unter dem Pericardium des Herzens und an den grossen Gefässen, um die Nieren, in der Orbita, in den Fetthöckern und Fettkörpern gewisser Thiere u. s. w.

Bei der Mästung der Thiere oder bei auftretender Fettleibigkeit beim Menschen nimmt das Fettzellengewebe an den erwähnten Stellen zu und zugleich treten noch an Stellen des Körpers, die bei weniger reichlicher Nahrungsaufnahme von Fettzellen frei bleiben, solche in grösserer Menge auf, z. B. im Bindegewebe zwischen den Muskeln.

An grossen und ausgebildeten Fettzellen kann man eine den Fetttropfen umgebende dünne Haut wahrnehmen, die glatt erscheint und zusammenfällt und sich faltet, wenn man durch Druck die Zellen zersprengt und das Fett in Tropfenform austreten macht. Auch durch Auskochen des Gewebes mit starkem Alkohol und Aether kann die gefaltete Hülle der Fettzellen dargestellt werden.

---

1) Canstatt's Jahresbericht für 1851. p. 22. I. Bd.
2) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. III. 3) l. c.
4) Müller's Archiv 1852. p. 94.
5) Würzburger Verhandlungen. Bd. X. p. 132. — Bau der Molen 1847. p. 62.

Das Fett in diesen Zellen erscheint beim Menschen schwach gelblich gefärbt. Bei verschiedenen Thieren kommen mannigfache andere Färbungen vor. Das Fett erscheint in den frischen Zellen, sowohl bei kalt- als bei warmblütigen Thieren in Tropfen. Dagegen erstarrt es durch Abkühlung, namentlich bei den letztgenannten Thieren sehr leicht. Der letztere Vorgang hat dann eine gegenseitige Abplattung der dichtgedrängt liegenden Zellen und häufig das Auftreten einer krystallinischen, meist aus büschelartig gruppirten Nadeln bestehenden Ausscheidung im Fettinhalt der Zellen zur Folge. Im letzteren Falle kommen dann die ein- oder mehrfachen sternförmigen Krystallfiguren (HENLE[1]) an der Oberfläche der Fettzellen zu Stande.

Ausser den grossen mit einer glatten Hülle umgebenen Fettzellen, welche im entwickelten Fettgewebe am zahlreichsten sind, kommen aber auch noch andere Zellen vor, die kleiner sind und in welchen der Fetttropfen von einer Lage körniger Zellsubstanz umfasst wird. Die letztere bildet dann in der Profilansicht einen etwas breiteren Ring um das Fett. Solche Zellen findet man häufig an der Grenze der Fettläppchen oder während der Neubildung von Fettgewebe sei es im Embryo, sei es im Erwachsenen. Die Neubildung von Fettgewebe lässt sich sehr schön im grossen Netz bei Thieren sowohl, als auch in passenden Fällen (plötzlich Verstorbenen) beim Menschen verfolgen. Als erste Entwicklungsstufe der späteren Fettzellen sieht man kleine, runde, körnige Zellen, die mit runden Kernen versehen sind und das Ansehen junger Zellen besitzen. Im Innern dieser Zellen entstehen zuerst einzelne kleine stark lichtbrechende Tröpfchen, die sich aber sehr bald meist zu einem einzigen grösseren Fetttropfen in der Mitte der Zelle sammeln. Viel seltener gewahrt man mehrere grössere Tropfen nebeneinander.

Das Protoplasma der Zellen, in welchen sich ein solcher grösserer Tropfen einmal gebildet hat, liegt gürtelförmig um den Tropfen herum. Es ist an allen oder an den meisten Stellen von nahezu gleicher Breite. Nur dort, wo der Kern in diesen, den Fetttropfen umgebenden Protoplasmagürtel eingebettet erscheint, befindet sich eine dem Kern entsprechende Verdickung, so dass das ganze Bild der Projection eines Siegelringes vergleichbar wird.

Während der später folgenden Entwicklungsstadien wachsen die Zellen fortwährend, hauptsächlich wird der Fetttropfen grösser. Die den Fetttropfen umgebende Protoplasmaschicht behält, indem sie successive aber in viel kleinerem Verhältniss an Durchmesser verliert, als der Fetttropfen an Durchmesser gewinnt, anfänglich ihr körniges Ansehen bei. In ihr findet man stets an einer Stelle den Kern, der also mit der Vergrösserung des Fetttropfens und der Oberflächenzunahme des Protoplasmamantels immer mehr nach aussen geschoben wird. Schliesslich bleibt von dem anfänglichen Protoplasmamantel nur mehr die dünne und glatt erscheinende Hülle der entwickelten Fettzelle übrig und an dieser sitzt an irgend einer Stelle der ebenfalls etwas glätter gewor-

1) Allgemeine Anatomie p. 393.

dene, verkleinerte, aber immer nachweisbare Kern. Der letztere ist am besten an mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten und dann carminisirten Zellen zu sehen.

Vergleicht man die Fettzellen auf ihren verschiedenen Entwicklungsstufen mit einander, so wird sofort klar, dass beim Heranwachsen der Fettzelle das ursprünglich vorhandene Protoplasma nicht bloss um den grösser werdenden Fetttropfen immer mehr und mehr ausgespannt worden sein kann; man muss vielmehr annehmen, dass in der Zeit, bis zu welcher die Fettzelle die Grenze ihres Wachsthums erreicht und sich mit der früher erwähnten Hülle umgeben hat, auch die Masse des Protoplasma wächst.

In welcher Beziehung das Protoplasma und das Fett stofflich zu einander stehen, lässt sich den directen Beobachtungen nicht entnehmen.

Sicher ist aber, dass dort, wo eine Neubildung von Fettgewebe stattfindet, zuerst eine Zufuhr von histogenetischer Substanz in Form von jungen Zellen und später von Wachsthumsmaterial für diese Zellen stattfindet.

In Folge von Hunger und Krankheiten können die Fettzellen ihr Fett verlieren und sich mit einer serösen Flüssigkeit anfüllen. Beim Kaninchen hat Czajewitz [1] in Folge von Fasten das Fett innerhalb weniger Tage schwinden gesehen, ebenso schnell soll es sich bei reichlicher Nahrung in den ursprünglichen (?) Zellen regenerirt haben.

Vom Knorpelgewebe.

Aus diesem Gewebe werden ganz oder theilweise diejenigen Theile des Thierkörpers gebildet, welche in der Anatomie seit lange wegen ihrer Formbeständigkeit und dabei doch grossen Biegsamkeit oder wegen ihrer eigenthümlichen Schnittconsistenz als Knorpel bezeichnet werden. In die Histologie ist auch die altgebräuchliche Unterscheidung von echtem (wahrem, hyalinem) Knorpel und fasrigen Knorpeln übergegangen, da sich zeigte, dass ersterer aus Zellen eingebettet in eine durchsichtige, gleichförmig erscheinende Grundsubstanz, letztere aus ähnlichen Zellen in einer von Fasern durchzogenen Grundsubstanz bestehen.

Der wahre oder hyaline Knorpel enthält in verschieden grossen und verschieden gestalteten Höhlen einer anscheinend formlosen Grundsubstanz mit Kernen versehene Zellen (Knorpelkörperchen), welche im Allgemeinen die Gestalt jener Höhlen nachahmen.

Um sich davon zu überzeugen genügt jedes feine Knorpelschnittchen, welches einem frischen Knorpel entnommen wird. Will man physiologisch frischen Knorpel untersuchen, so sind hier wie beim Bindegewebe nur indifferente Zusatzflüssigkeiten zu verwenden. Man benutzt zu solchen Beobachtungen am besten die Knorpel kaltblütiger Thiere und zwar vortheilhafter als Schnitte dünne als solche vorliegende Knorpelplättchen, welche man leicht aus den Weichtheilen isoliren kann, z. B. den processes xiphoideus, oder den epister-

---

1) Reichert und du Bois Archiv 1866. p. 289.

nalen Knorpel vom Frosch oder die dünnen Knorpelplatten des Brust-Schultergürtels von Tritonen.

Bei diesen Knorpeln stellen die im Innern der Höhlungen liegenden Zellen im frischen Zustande eine durchsichtige feinkörnige, die Höhlung vollständig ausfüllende, dem Protoplasma anderer Zellen ähnliche Masse dar. In derselben befinden sich eine geringere Zahl grösserer Körner und ein scharf begrenzter runder Kern, der in seinem Innern mehrere stark lichtbrechende, glänzende, grosse Körnchen enthält, welche die Grösse der im Zellenprotoplasma befindlichen meist übertreffen, so dass der Kern im Vergleich zu diesem ein grobgranulirtes Ansehen besitzt (Fig. 6). Selten erscheint der Kern hell und bläschenartig mit doppeltem Contour und einfachem Kernkörperchen. Manchmal beobachtet man zwei Kerne in einer Zelle. Wenn man die indifferente Zusatzflüssigkeit, hier wie beim Bindegewebe humor aqueus oder Serum durch destillirtes Wasser verdrängt, so sieht man zunächst eine Trübung in der körnigen Zellsubstanz auftreten, die anfänglich vorhandenen feinen Körnchen werden dabei theilweise in zusammengeballten Portionen der Zellensubstanz unsichtbar und bald macht sich eine Schrumpfung der Zelle dadurch deutlich kenntlich, dass sich dieselbe von der Wand der Knorpelhöhle ganz oder theilweise ablöst, so dass ein heller Ring zwischen der Grenze der Knorpelhöhle und der geschrumpften Zelle erscheint, oder aber die Zelle hängt noch an einzelnen Stellen an der Wand der Knorpelhöhle und ist dann unregelmässig sternförmig, solche länger und fester haftende Fortsätze der partieweise schon geschrumpften Zelle lösen sich häufig früher oder später ebenfalls, schrumpfen aber dann nicht in demselben Maasse ein, so dass auch die von der Höhlenwandung abgelöste Zelle unregelmässig begrenzt mit Ausläufern versehen erscheint. Hat sich so in Folge der Wasserwirkung ein Bild hergestellt, welches lange Zeit unverändert in derselben Weise fortbesteht, so nimmt man wahr, dass in einigen Zellen der Kern undeutlich geworden ist und nur ein matter Fleck noch seine Stelle andeutet, während er in andern auch jetzt noch deutlich begrenzt erscheint. Durch Veränderung der Einstellung gelingt es, einige der undeutlichen Kerne deutlicher hervortreten zu lassen, andere bleiben aber immer undeutlich und scheinen diese Verschiedenheiten auf der verschiedenen Lage des Kernes in der Zelle zu beruhen, vermöge welcher der



Fig. 6. Knorpel von einem Triton (frisch).

grösste Theil der letzteren bald über bald unterhalb des Kernes liegend sich darbietet. Aehnliche Veränderungen, wie sie durch Zusatz von Wasser erzeugt werden, treten an den Knorpelzellen auch auf die Wirkung von Zucker und Salzlösungen auf. Auch verdünnte Kali- und Natronlaugen und ebenso die Essigsäure bringen äusserlich ähnliche Erfolge hervor.

Man hat ferner durch Heidenhain[1] erfahren, dass auch kräftige Inductionsschläge die Knorpelzellen verkleinern, unregelmässig gestalten und ganz oder theilweise von der Höhlenwand ablösen. Das wurde von Heidenhain zuerst an den Zellen des Kopfknorpels von Froschembryonen und an Gelenkknorpeln erwachsener Frösche beobachtet. Bei den ersteren sah er dabei auch eine Sistirung der früher in den Zellen vorhandenen Molecularbewegung der Körnchen auftreten. In der geschrumpften Zelle kam es ferner zur Sammlung heller Tropfen, oder es wurden solche in die Knorpelhöhle ausgestossen. Die erste Wirkung des Inductionsstromes ist eine Trübung im Innern der Zelle, welche sich oft ganz plötzlich wie ein Schatten über die Zelle ergiesst. Die ganze Erscheinung hält Heidenhain für den Ausdruck einer eintretenden Gerinnung, wie er überhaupt die durch Inductionsschläge hervorgebrachten Veränderungen, weil er eine Rückkehr der Zelle in ihren ursprünglichen Zustand nicht beobachtete, als Folgen des eingetretenen Todes der Zelle ansieht.

Wird ein Inductionsapparat wie der früher angeführte benutzt, um auf einen ohne Zusatzflüssigkeit über eng nebeneinander befindliche Stanniolelectroden gebrückten und mit einem Deckgläschen bedeckten Schwertknorpel des Frosches (rana temporaria) einzelne Oeffnungsschläge zu appliciren, so bedarf es stets einer Reihe solcher Schläge, um eine deutliche Aenderung im Ansehen der Zellen hervorzubringen, oder es muss nach einem Schlage lange gewartet werden, um die ganz träge erfolgende Veränderung sich entwickeln zu lassen. Ganz anders verhalten sich die Zellen der Tritonenknorpel bei diesen Versuchen. Hier genügt ein einziger Schlag und die Zellen schnellen ganz plötzlich wie ein gereizter quergestreifter Muskel unter den Augen des Beobachters zusammen, ja man kann den Eisenkern aus der primären Spirale entfernen und die früher ganz aufgeschobene secundäre Spirale des Apparates beträchtlich von der primären Spirale abschieben und noch immer Stromstärken finden, bei welchen ein einziger Schlag denselben Erfolg hervorbringt. Die plötzlich contrahirte Zelle (Fig. 7) erscheint grob granulirt, dunkler als früher, der Kern ist in derselben verborgen und Veränderung der Einstellung und Betrachtung der Ränder der von der Höhle abgelösten Zelle lehrt, dass der nächste Grund des veränderten Ansehens der Zelle der ist, dass ihre Oberfläche eine maulbeerartig höckerige geworden ist. Fig. 7.

In diesem Zustande verbleiben die Zellen, mag man sie stunden- oder tagelang ab und zu beobachten; man sieht, wenn sie in der feuchten Kammer vor Verdunstung geschützt blieben, manchmal eine geringe Vergrösserung und

1) Studien des physiologischen Institutes zu Breslau. 2. Heft. Leipzig 1863. p. 1.

eine Ausglättung ihrer Oberfläche eintreten und den Kern wieder etwas deutlicher werden, immer bleiben aber die Zellen undurchsichtiger als vor dem Electrisiren und erhalten ihr ursprüngliches Ansehen nicht mehr. Versucht man es, die Knorpelstücke wieder unter die Haut des Thieres einzuschieben und so etwa eine Rückkehr derselben zur Norm herbeizuführen, so ergeben auch solche Versuche kein befriedigendes Resultat. Vierundzwanzig Stunden und länger nach der Application des Inductionsschlages haben die Zellen auch dann ihr früheres Aussehen nicht wieder erlangt. Man hüte sich, bei der zweiten Beobachtung etwa Stücke des Knorpels, welche beim ersten Versuche nicht zwischen den Electroden lagen, zur Vergleichung anzuwenden. Es muss zugegeben werden, dass eine lebendige Contraction der Knorpelzellen so lange nicht strenge bewiesen ist, so lange sich nicht ein Wechsel zwischen Ruhe und Bewegung oder amöboide Formenwechsel an denselben nachweisen lassen. Der Erfolg, welchen ein einziger Inductionsschlag an den Knorpelzellen der Tritonen hervorbringt, die zuckungsähnliche Verkleinerung macht dieselbe jedoch sehr wahrscheinlich. Auf dem warmen Tische tritt eine Veränderung der Knorpelzellen bei Fröschen und Tritonen erst ein, wenn die Temperatur bis auf 73—75° C. gesteigert wurde. Dann trüben sich die Zellen durch Ausscheidung körniger Gerinnsel. Ueber Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Zellen des hyalinen Knorpels bei verschiedenen Thieren ist ausser dem, was wir oben über das Verhalten der Zellen beim Frosch und Triton angegeben, bisher nichts ermittelt.

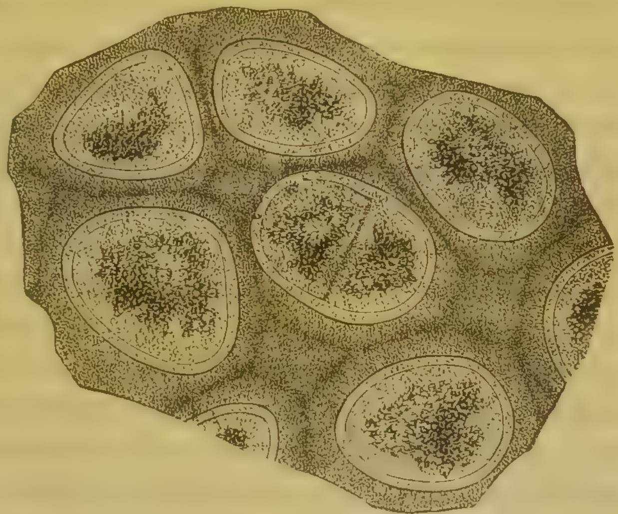


Fig. 7. Knorpel von einem Triton nach einem einzigen Oeffnungsschlag.

Bemerkenswerth sind die Beobachtungen, welche Reitz[1] an den Zellen angeschnittener Trachealknorpeln des Kaninchens in Bezug auf Narbenbildung und Verhalten bei durch Aetzammoniak hervorgebrachter Entzündung der Trachea machte. Er sah dabei die Knorpelzellen zu langen im Narbengewebe liegenden Fasern auswachsen. Im gereizten Knorpel die Zellen höckerig mit zahlreichen tiefen Einschnitten versehen, in einer Art vor Furchung. Dass Knorpelwunden durch Bindegewebe heilen, ist eine alte Beobachtung[2].

Im Allgemeinen stimmt das Aussehen der Zellen des hyalinen Knorpels

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 55. p. 501.

2) Siehe darüber G. H. Weber. Ausgabe von Hildebrandt's Anatomie Bd. I. p. 305. In neuerer Zeit hat Redfern darüber berichtet (Henle's Jahresbericht für 1851. p. 52. Ferner Klopsch, Zeitschrift für klinische Medicin 1855.

um so mehr mit den früher am frischen Amphibienknorpel beschriebenen Verhalten überein, je frischer sie zur Untersuchung kommen.

In ältern Leichenknorpeln erscheinen die Zellenkörper getrübt und geschrumpft, von der Wand der Höhlung meist abgelöst. Der Kern in verschiedenem Grade deutlich, bald glatt, bald körnig.

Häufig beobachtet man in den Rippen oder Kehlkopfknorpeln Zellen, welche grössere oder kleinere starklichtbrechende von dunklen Ringen umgebene, oft stark gelb gefärbte Tropfen (Fett) enthalten. Solche Tropfen befinden sich, wenn der Zellenkörper geschrumpft in der Knorpelhöhle enthalten ist, auch oft neben demselben frei in der Höhlung.

Die Zellen und die sie beherbergenden Höhlen des Knorpels sind bald durch eine grössere, bald durch eine kleinere Menge von Grundsubstanz getrennt. Sie sind ferner bald einzeln in ziemlich regelmässigen Abständen vertheilt, bald in wechselnder Zahl zu Gruppen vereinigt und als solche durch breitere Zwischenräume von einander oder von einzeln liegenden getrennt. Häufig sind zwei oder mehrere Zellen eng aneinanderliegend scheinbar in derselben Höhle zu beobachten. Die Gestalt der Knorpelhöhlen ist sphäroidisch, ellipsoidisch, oder langgestreckt und spindelförmig, oder linsenförmig platt, die letzteren beiden Formen kommen dichter gedrängt an den freien in Gelenkhöhlen aneinander beweglichen Oberflächen, oder an vielen mit dem bindegewebigen Perichondrium begrenzten Oberflächen der Knorpeln vor, und stehen dann mit ihrem kürzesten Durchmesser senkrecht auf der betreffenden Oberfläche, während man im Innern derselben Knorpel die grösseren Höhlen der erstgenannten Formen und von diesen zu den äusseren, Uebergangsformen zwischen beiden findet. An den Grenzen, wo Knorpel und Knochengewebe unmittelbar aneinanderstossen, finden sich häufig die Zellen des Knorpels sehr regelmässig in Längsreihen geordnet in der Richtung vom Knochen gegen die Oberfläche des überknorpelten Endes hin. Die Zellen in diesen Längsreihen sollen beim Verknöcherungsprocess noch besprochen werden. Selten erscheinen die Knorpelhöhlen sternförmig. Angaben darüber finden sich bei Leydig [1], betreffend den Schädel von Chimäre und verschiedenen Plagiostomen. Sternförmige Zellen will Kölliker [2] auch in Kehlkopfknorpeln des Ochsen (an weicheren Stellen?) gefunden haben.

An der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels ist im frischen Zustande auf dünnen Schnitten oder Plättchen auch bei sehr starken Vergrösserungen oft ein durchaus gleichmässiges Ansehen vorhanden. Sie erscheint homogen. Es kommt aber bei ganz frisch untersuchten sehr transparenten Knorpeln, namentlich bei solchen, wo die Zellen dichter liegen, z. B. bei den früher angeführten Knorpeln vom Frosch und Triton auch vor, dass um die Zellen ziemlich gleichbreite helle Ringe verlaufen und die zwischen den enge liegenden Zellen hinlaufenden schmalen Balken nichts anderes darstellen, als auf je zwei

---

1) Müller's Archiv 1851. p. 241. 2) Gewebelehre 1867. p. 69.

neben einander liegende Zellen zu beziehende Ringstücke. Im älteren Knorpel verschiedener Thiere und des Menschen zeigt sich gleichfalls häufig, aber nicht immer ein einfacher ringförmiger oder ein aus mehreren concentrischen Ringen bestehender Hof. Sehr schön zeigen nach Max Schultze die Knorpel von Myxine diese Erscheinung. In diesen Ringen präsentirt sich der Querschnitt von um die Knorpelzellen gelegten Schalen. Es sind das die sogenannten Membranen der Knorpelzellen oder Knorpelkapseln der Autoren. Ihre Bedeutung werden wir später kennen lernen. Durch Anwendung gewisser Reagentien, z. B. verdünnter Schwefelsäure und Chromsäure (Fürstenberg)[1], oder eines Gemisches von Wasser, Salpetersäure und chlorsaurem Kali, ebenso durch Digeriren in Wasser bei 35—40⁰ (Heidenhain)[2], in welchem Falle der Zusatz von Säuren, wie man sie braucht, um aus Bindegewebe bei niederer Temperatur Leim zu machen, sehr unterstützend wirkt, gelingt es die Grundsubstanz des Knorpels, mag dieselbe im frischen Zustande auch völlig homogen ausgesehen haben, in eine Anzahl von schalenförmig um die Zellen geordneten Streifen so vollständig zu zerlegen, dass ausser diesen nichts weiter mehr übrig bleibt. Und zwar folgen auf eine die Zelle zunächst umgebende Schale bei entwickelteren Knorpeln eine Reihe eng aneinander schliessender ähnlicher Schalen. Oder es erscheinen zwei oder mehrere nebeneinander liegende Zellen mit ihren primären Kapseln in secundäre und Gruppen der von letzteren umfassten in solche höherer Ordnung eingeschlossen. Nur bei Knorpeln mit spärlich eingestreuten Zellen kann ein Theil der mächtigen Grundsubstanz in grösserer Entfernung von den mit concentrischen Höfen umgebenen Zellen auch nach den genannten Einwirkungen unzerlegt zurückbleiben. Auch die Imbibition mit Anilinroth eignet sich zur Darstellung der Kapselschichten (Landois[3]). Ebenso lässt sich die Zerlegung sehr schön mit Goldchlorid bewirken, namentlich erhält man bei längerer Behandlung mit diesem Mittel und darauf eintretender stärkerer Reductionsfarbe sehr schöne Bilder.

Lässt man verdünnte Schwefelsäure oder auch concentrirte Salzsäure längere Zeit auf Knorpelschnitte einwirken, so lösen sich zuerst die Kapseln höchster Ordnung und successive die darauffolgenden auf. Am längsten widerstehen die die Zellen zunächst umgebenden. Auch wenn man Knorpelschnitte anhaltend kocht, bemerkt man zuerst die oben geschilderte Zerlegung der Grundsubstanz, dann successive Lösung der Kapseln in der erwähnten Reihenfolge. Alle diese Operationen führen also, wenn man sie in einem gewissen Zeitpuncte unterbricht, zur Isolirung von Zellen, die noch mit Kapseln umgeben sind. Durch die angeführten Beobachtungen werden die Ansichten Jener widerlegt, welche die hellen Ringe um die Knorpelhöhlen als ein bloss optisches Phaenomen betrachten und die Knorpelkapsel leugnen wollen (Bergmann[4]).

---

1) Müller's Archiv 1857. p. 1. 2) l. c. p. 23—25.
3) Zeitschrift für wisenschaftl. Zoologie. Bd. XVI. p. 11.
4) Disquisitiones microscopicae de cartilag. Mitau und Dorpat 1848.

Das schliessliche Resultat fortgesetzten Kochens ist aber, dass die Zellen selbst im coagulirten Zustande allein noch zurückbleiben (Hoppe[1]). Die durch vierundzwanzigstündiges Kochen oder nur einige Stunden dauernde Behandlung bei 120° C. aus den Knorpeln erhaltene Lösung gelatinirt beim Abkühlen wie Leim, enthält aber nicht diesen, sondern das von Joh. Müller vom Leim unterschiedene Chondrin. Die gegentheiligen Angaben von Friedleben[2] wurden von Wilkens[3] und Trommer[4] widerlegt. Die chondrogene Substanz des Knorpels quillt zum Unterschied von der collagenen Substanz des Bindegewebes nicht im Wasser. Essigsäure macht sie in einigen Knorpeln nur etwas heller, in andern trübt sie dieselbe; ein Aufquellen tritt nicht ein.

Dünne Knorpelschnitte zeigen nach 8—12stündiger Behandlung mit Osmiumsäure-Lösungen von $^1/_{40}$ % in der Grundsubstanz ein System meist geradlinig verlaufender dunkler Streifen, welche häufig einzelne Zellhöhlen mit einander verbinden. Bubnoff[5] knüpft an die Entdeckung dieser Streifen die Vermuthung, dass dieselben auf Saftkanälchen zurückzuführen sind.

Die Zerlegbarkeit der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels in Kapseln verschiedener Ordnung oder Zellenterritorien, wie man sich auch ausgedrückt hat, zeigt, dass wir uns jene Grundsubstanz nicht als einen zwischen den Zellen erhärteten gleichmässigen Erguss einer formlosen Intercellularsubstanz vorstellen können, wie dies vor der genaueren Würdigung der berührten Thatsachen der Fall war, darauf wird bei der Entwicklung des hyalinen Knorpels zurückzukommen sein. Ob im hyalinen Knorpel noch eine von der chondrogenen Substanz verschiedene Zwischensubstanz, die sichtlich im Vergleich zur ersteren nur in geringer Menge vorhanden sein könnte, vorkommt oder nicht, ist noch nicht erwiesen.

Aus hyalinem Knorpelgewebe werden die Theile des embryonalen Skelettes gebildet, beim Erwachsenen die die Knochenenden übeziehenden Knorpel in den Gelenken und Symphysen, der Processus xiphoideus, die Rippen — Bronchial-, Tracheal- und Kehlkopfknorpeln (mit Ausnahme der Epiglottis). Bei niederen Wirbelthieren, Fischen, Amphibien, bleiben zeitlebens oft beträchtliche Theile des Skelettes, welche bei anderen Thieren verknöchern, knorpelig erhalten, ausserdem kommt bei einigen Thieren Knorpel vor in Theilen, die bei anderen Thieren und dem Menschen nur aus Bindegewebe bestehen, z. B. in der Sclerotica bei Vögeln, Amphibien und Fischen.

Auch über die Reihe der Wirbelthiere hinaus liegen Angaben über das

---

1) Archiv für pathol. Anatomie. Bd. V. p. 174. — Vergleiche Mulder u. Donders in G. J. Mulder's Versuch einer allgemeinen physiolog. Chemie. — Donders in holländischen Beiträgen. Düsseldorf u. Utrecht 1846. — Zellinsky, De telis quibusdam collam edentibus. Diss. inaug. Dorpat 1852.

2) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 10. p. 20.

3) Daselbst p. 467.

4) Virchow's Archiv Bd. XIX. p. 554.

5) Wiener Sitzungsberichte 1868, Aprilheft.

Vorkommen von Knorpelgewebe vor, so für die Cephalopoden, für die Mollusken Lebert und Robin[1], Claparede, Semper[2].

Ehe wir zu den Faserknorpeln übergehen, ist noch einer faserigen Umbildung der Grundsubstanz von hyalinen Knorpeln zu erwähnen, welche dieselben, nachdem sie sich kürzere oder längere Zeit nach dem Eintritt des extrauterinen Lebens vollkommen als hyaline Knorpel verhielten, schliesslich erleiden. Man kennt diese Erscheinung besonders an Rippen- und Kehlkopfknorpeln (Donders[3], H. Meyer[4]). Auf dem Querschnitt von Rippenknorpeln des erwachsenen Menschen bemerkt man fast immer Streifen oder Ringe, welche sich vor der übrigen Substanz durch ein weisses und undurchsichtiges Aussehen auszeichnen, oft besitzen sie einen eigenthümlichen Glanz. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man an diesen Stellen die Grundsubstanz aus steifen, parallel nebeneinander liegenden Fasern zusammengesetzt. Sie sind unverzweigt, werden, wenn man Essigsäure einwirken lässt, nicht zum Verschwinden gebracht und gehen in die umgebende, nicht faserige Grundsubstanz ununterbrochen über. Zerreisst man ein solches Schnittchen, so brechen die parallelen Fasern an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes und ragen dann in verschiedener Länge aus dem Bruchende hervor. Der Grund dieser im hyalinen Knorpel auftretenden Faserung ist nicht näher bekannt. Mit dieser faserigen Umbildung des Knorpels geht meistens ein Proliferationsprocess einher, so dass man die Zellen in grossen Nestern dichtgedrängt in der Grundsubstanz liegen sieht (Donders, Meyer[5]).

Faserknorpel. Die eigentlichen Faserknorpel unterscheiden sich von den hyalinen Knorpeln dadurch, dass in ihrer Grundsubstanz Fasern von bei den verschiedenen hierhergerechneten Knorpeln wechselnder Zahl, Form und chemischen Eigenschaften angetroffen werden. Der Wechsel der Brechungsindices in den feinen übereinander liegenden Fasern und ihren Interstitien, bei einzelnen Faserknorpeln noch überdies die geringe Durchsichtigkeit der einzelnen Faser bedingen es, dass selbst feine Schnitte dieser Knorpel im Vergleich mit dem hyalinen Knorpel um Vieles dunkler und undurchsichtiger erscheinen. Im auffallenden Lichte erscheinen dagegen die Faserknorpel im Vergleich mit den hyalinen mehr weiss oder gelb. Sie sind weniger brüchig, aber in gewissen Richtungen oft spaltbarer. Der letztere Umstand bedingt es, dass durch Zerzupfen solcher Knorpelschnitte eine mechanische Isolirung von Zellen leichter gelingt als beim hyalinen Knorpel.

Die Fasern der elastischen oder Netzknorpel (Fig. 8) erscheinen dunkel, ungleichmässig dick, verzweigt, oft durch sehr zahlreiche Anastomosen zu einem sehr feinen Netze verbunden, oft lassen sie grössere Maschenräume

1) Müller's Archiv 1846. p. 129.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 9. p. 271.
3) Holländische Beiträge Bd. I. p. 258.
4) Müller's Archiv 1846 p. 292. 5) l. c.

zwischen sich übrig. In Bezug auf ihren Habitus und die Resistenz gegen Essigsäure und Alkalien stimmen sie dann mit den elastischen Fasern überein. Man kann sich auch an vielen Objecten (Ohrknorpel des Menschen, Epiglottis) davon überzeugen, dass diese Fasern ohne Unterbrechung in die elastischen Fasernetze des an den Knorpel stossenden Bindegewebes übergehen (Donders). Im Knorpel reichen die dichten Fasernetze oft unmittelbar bis an die Grenze der Höhlen, welche die Zellen aufnehmen, oft bleibt eine homogene Kapsel um die Zelle in Form eines hellen Ringes und überhaupt eine grössere Menge der Grundsubstanz zwischen den Fasern unterscheidbar übrig, beides kommt in demselben Knorpel neben einander vor. Da sich verschiedene Knorpel in

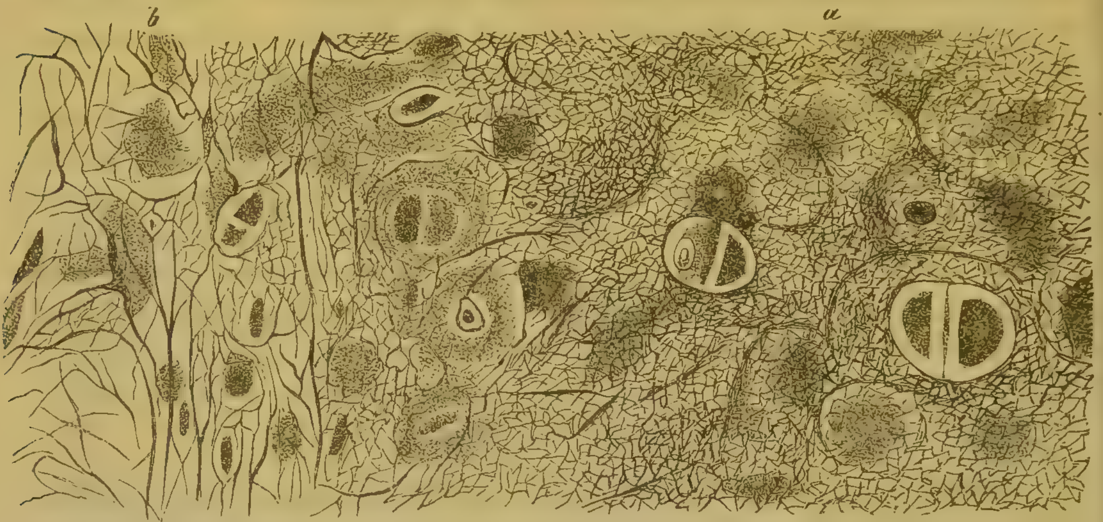


Fig. 8. Durchschnitt aus einer gekochten und getrockneten Ohrmuschel vom Menschen. *a*. Netzknorpel. *b*. Bindegewebe.

dieser Beziehung verschieden verhalten, geben die einen nur sehr wenig, die anderen mehr Chondrin beim Kochen. Die Fasermasse selbst wird beim Kochen nicht aufgelöst. Ein schönes Object zur Beobachtung des oben erwähnten Ueberganges der elastischen Fasern des Knorpels in die der Haut geben Schnitte durch eine in toto kurze Zeit gekochte, dann getrocknete Ohrmuschel vom Menschen (s. die Abbildung).

Auch die Fasern des faserknorpeligen Endes des Processus vocalis des Giessbeckenknorpels gehen unmittelbar in die elastischen Fasern des Stimmbandes über (Rheiner [1]).

Die letzteren Thatsachen sprechen gegen die behauptete Eigenthümlichkeit (Gerlach [2]) der Fasern des Netzknorpels.

Aus elastischem Faser- oder Netzknorpel besteht beim Menschen der Ohrknorpel, der Knorpel der Epiglottis, das Ende des Processus vocalis des Giessbeckenknorpels (Rheiner).

Knorpel mit Bindegewebe gemengt. Knorpelgewebe kommt auch

1) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Würzburg 1852. 2) Gewebelehre p. 124.

und zwar oft in sehr reichlichem Maasse eingesprengt in das Bindegewebe vor. Man hat daraus eine besondere Gruppe von Faserknorpeln, die Bindegewebeknorpeln zu bilden gesucht. Es ist aber jedesfalls die Auffassung dieser Bildungen als Gemenge beider Gewebe die richtigere. Solche Gemenge kommen vor in den Cartilagines interarticulares, Labra glenoidea, in den Symphysenknorpeln, an den Gelenkenden des Schlüsselbeines und den entsprechenden Gelenkflächen des Schulterblattes und Brustbeines (Henle), in den Augenlidknorpeln. Ferner hat man hierher die knorpelhaltigen Sehnen und Sehnenscheiden zu rechnen. Solcher Sehnenknorpel ist an den Knochenansätzen vieler Sehnen in der That zu beobachten. Besonders zu erwähnen ist die Achillessehne vom Frosch, in welcher grosse, mit runden Kernen versehene Zellen, die als Knorpelzellen aufgefasst wurden, in grosser Menge vorkommen (Kölliker, Lehmann [1]). Auch das Bild, welches oben von den Fingersehnen des Frosches angeführt wurde, ist hier wieder in Erinnerung zu bringen. Dasselbe kommt auch in anderen Sehnen, namentlich von Amphibien häufig vor. Hier muss aber angeführt werden, dass sich auch gegen die Deutung dieser Zellen als Knorpelzellen Stimmen erhoben haben (Gegenbaur [2]). An den Zellenreihen der erwähnten Froschsehnen ist in der That von einer chondrogenen Grundsubstanz nichts nachzuweisen. An mit Goldchlorid behandelten Präparaten sieht man die gleichmässig rothgefärbten Protoplasmamassen dicht aneinander stossen.

Parenchymknorpel. Man müsste also hier einen Knorpel ohne Zwischensubstanz (Parenchymknorpel) annehmen. Kölliker [3] hat diesen Begriff auch in die Gewebelehre einzuführen gesucht. Zu den Knorpeln ohne Zwischensubstanz rechnet er die Chorda dorsalis der Embryonen und mancher ausgewachsener Fische, viele fötale Knorpel, die Knorpel der Myxinoiden zum Theil, der Kiemenplättchen der Fische zum Theil, den Knorpel der Achillessehne vom Frosch und des Ohres mancher Säugethiere; die Knorpel der Geryonien, Anneliden, Cephalophoren und von Limulus. Diese Gruppirung leidet aber an entschiedenen Gebrechen. Kölliker unterscheidet zwischen einer aus chondrogener Substanz bestehenden Kapsel oder Membran der Knorpelzelle und einer besonderen zwischen den Zellen vorhandenen aber auch chondrogenen Intercellularsubstanz. Insofern wir aber alle chondrogene Substanz des Knorpels auf Kapseln zurückführen, wird eine Reihe der von Kölliker angeführten Knorpel ohne Zwischensubstanz zu den hyalinen Knorpeln zu rechnen sein. Wie weit man andererseits berechtigt ist, von nackten Knorpelzellen und daraus zusammengesetzten Parenchymknorpeln zu reden, ist noch nicht ausgemacht.

Man kann sich hier nur von embryologischen und vergleichend anatomischen Erfahrungen leiten lassen und so z. B. von Knorpelanlagen, von Primordialzellen des Knorpels und daraus zusammengesetzem Gewebe sprechen.

---

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. 14 p. 109 Taf. 14.
2) Jenaische Zeitschrift für Medicin u. Naturwissensch. 1866 p. 307.
3) Gewebelehre. Leipzig 1867 p. 66 u. 67.

Um aber Zellen, für welche diese Erfahrungen fehlen, als Knorpelzellen zu diagnosticiren, müssten wir die innere Organisation dieser Zellen und die Unterschiede der Knorpelzellen von anderen Protoplasmamassen besser als bisher kennen. Auf ähnliche Schwierigkeiten, wie hier bei der Begrenzung des Knorpelgewebes, stösst man überhaupt sehr häufig, wenn es sich um die Identificirung von Zellen handelt. Versucht man, ob an den angeführten Zellen in der Achillessehne des Frosches oder in den Fingersehnen bei Fröschen, ferner bei Tritonen mit Hülfe von Inductionsschlägen dieselben Erscheinungen hervorgebracht werden können, wie an den Zellen des hyalinen Knorpels derselben Individuen, so bemerkt man, dass dies nicht der Fall ist.

Entwicklung des Knorpels. Der hyaline Knorpel hat als ein in den meisten Fällen aus ziemlich ebenmässig entwickelten Zellen zusammengesetztes Gewebe eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den ersten Anlagen für alle Thiergewebe sich bewahrt.

Durch Rathke's [1] am Hühnchen und Kölliker's [2] an Froschlarven angestellte Untersuchungen weiss man auch, dass die noch mit Dotterkörnchen gefüllten Embryonalzellen, indem sie sich allmählich vergrössern, aufhellen und schliesslich durch Streifen einer homogen und durchsichtig erscheinenden Substanz deutlich auseinander gedrängt werden, unmittelbar in die ersten embryonalen Knorpelanlagen übergehen.

Ist die Grundsubstanz einmal deutlich von den früher eng aneinander grenzenden Zellen zu unterscheiden, so bildet sie um jede Zelle einen homogenen hellen Ring und zwischen den Ringen laufen feine Linien nach Art der Epithelgrenzen hin. Zu dieser Zeit besteht also der Knorpel aus Zellen, welche von polyedrischen Kapseln eingeschlossen sind. Es braucht hier auch keiner besonderen Kunstgriffe, um die Zellen mit ihren Kapseln vollständig zu isoliren. Rippenknorpeln von jungen Schaf- oder menschlichen Embryonen, die in Müller'scher Flüssigkeit lagen, können in diesem Zustande durch Zerzupfen leicht zerlegt werden.

Verfolgt man die Entwicklung der Knorpel weiter, so ist zunächst die Fähigkeit der Knorpelzellen, sich zu theilen, hervorzuheben. In Theilung begriffene oder sichtlich durch Theilung entstandene Zellen trifft man nicht nur in embryonalen Knorpeln häufig, sondern auch in den Knorpeln Erwachsener. Man beobachtet zunächst Zellen mit zwei Kernen. Es liegen auch Angaben über Duplicität des Kernkörperchens vor. Es ist auch nicht schwer, an den Knorpeln von Froschlarven sich davon zu überzeugen. Auch wollen Einige direct die Theilung des Kernes beobachtet haben (so neuestens noch Kölliker [3]). Es scheint aber, dass nur die bereits aufgetretene Duplicität des Kernes häufig und leicht zu beobachten ist (Frey [4], Heidenhain [5]). Es ist nicht

1) Froriep u. Schleiden's Notizen Bd. II. 1847 p. 305.
2) Microscopische Anatomie II. p. 349. 3) Gewebelehre Leipzig 1867 p. 24.
4) Histologie und Histochemie. Leipzig 1867 p. 204. 5) l. c.

sicher zu entscheiden, ob dabei statt eines resorbirten Kernes zwei neue entstanden, oder nur die Theilung des Kernes wegen ihrer Raschheit den Augen des Beobachters entzogen blieb (Heidenhain). Sehr schön lässt sich dagegen die Theilung der Zelle selbst verfolgen, sie beruht auf der Ausbildung einer die Zelle umgreifenden Furche. Man darf sich aber nicht vorstellen, dass die Furchung zunächst zu zwei in einer gemeinsamen Kapsel liegenden kernhaltigen Protoplasmaklümpchen führt. Man sieht vielmehr immer, dass sich der Durchfurchung des Protoplasma meistens auch die Bildung einer Kapselscheidewand für die Tochterzellen sehr innig anschliesst. Liegen die Zellen, welche man beobachtet, auch noch so nahe aneinander, so findet man doch, wenn man dieselben durch eines der oben angeführten Mittel von den Wandungen der Höhle ablöst, auch schon die Höhle durch eine dünne Scheidewand in zwei Abtheilungen gebracht. Es geht also die Differenzirung in der ganzen Furchungsebene sehr rasch vor sich. Die Tochterzellen können nun vollständige Kapseln um sich bilden, diese können allmählich an Dicke zunehmen und sowohl von der Kapsel der Mutterzelle, als auch dort, wo sie selbst aneinander stossen, voneinander deutlich zu unterscheiden sein.

Die durch Theilung entstandenen Tochterzellen können in gleicher Weise eine neue Nachkommenschaft erzeugen, dabei nehmen die von den Kapseln der Mutterzellen umgrenzten Räume zu.

Die Zellen erscheinen dann gruppenweise auf grössere Entfernung aus einander geschoben und es sind nur mehr die jüngsten Kapseln deutlich zu sehen. Erst durch die Anwendung jener Mittel, die oben angegeben wurden, entfaltet sich wieder das Bild ineinandergeschachtelter Kapseln, in welche dann die ganze Grundsubstanz zerlegt erscheint.

Untersucht man die Bilder, welche der embryonale Knorpel im Vergleich zu entwickeltem Knorpel Erwachsener weiter darbietet, so muss noch angenommen werden, dass auch dieselbe Zelle, ohne sich zu theilen, eine Reihe von Kapselgenerationen produciren könne, indem an die zuerst gebildete von innen immer neue sich anschliessen, während die äusseren an Ausdehnung zunehmen und ihre Grenzen sich verwischen. In solchen Knorpeln erscheinen dann die Zellen spärlicher und ist die Grundsubstanz des so gebildeten Knorpels häufig auch künstlich nur noch in der Umgebung der Zellen in concentrische Ringe zu zerlegen. Es können in entwickelten Knorpeln ferner gleichzeitig sowohl geschichtete Mutter- als auch Tochterkapseln beobachtet werden.

Die Beobachtung der Entwicklung des Knorpels lehrt uns also, dass in der ersten Anlage des Knorpels hüllenlose Zellen, Primordialzellen allein vorhanden sind. Die sog. Grundsubstanz, oder chondrogene Substanz des Knorpels entsteht secundär. Ueber die Beziehungen der letzteren zu den ersteren sind die Ansichten getheilt.

Man sieht einerseits die chondrogene Substanz als eine reine Intercellularsubstanz an, welche entweder von aussen zwischen die Zellen gelangt, oder aber ein Sekret der Zellen selbst ist. Zur Erklärung der Knorpelkapseln (incl.

der jüngsten) muss dann angenommen werden, dass die Intercellularsubstanz in der Umgebung der Zellen selbst durch einen eigenthümlichen (?) Verdichtungsprocess von der übrigen Intercellularsubstanz differenzirt wird (Aeby [1]).

Ganz entgegen der angeführten Anschauung von der Bedeutung der Grundsubstanz hat zuerst Remak [2] die Ansicht entwickelt, dass die junge Knorpelzelle mit zwei Membranen versehen sei, von welchen die innere dem Primordialschlauch der Pflanzenzelle entsprechen sollte. Bei der Theilung der Zellen ist nur die letztere betheiligt. Zwischen der äusseren Membran und der inneren, oder zwischen der ersteren und den Tochterzellen, und zwar zunächst an der inneren Seite der äusseren Membran lagert sich Knorpelsubstanz ab, es entstehen auf diese Weise die Knorpelblasen. Jede neuentstandene Tochterzelle bildet zunächst wieder eine Aussenmembran und auf der inneren Seite dieser lagert sich, während die Zelle wieder fortfahren kann sich zu theilen, aufs Neue Knorpelsubstanz ab, es entstehen so eingeschachtelte Generationen von Knorpelblasen. Durch Verschmelzung der so entstandenen Knorpelschichten untereinander und Schwinden der Zellenmembranen, die zur Auflagerung derselben dienten, entsteht die Grundsubstanz des Knorpels, die also eine intracelluläre Bildung ist und »Parietalsubstanz« genannt werden könnte. Es ist leicht ersichtlich, dass die Vorstellungen Remak's noch sehr unter dem Eindrucke der damals gangbaren Zellentheorie stehen. Sieht man aber von Remak's hypothetischen zwei Membranen ab, so entspricht das von ihm geschilderte Auftreten der chondrogenen Substanz und ihr Verhältniss zu den Zellen ziemlich genau den Vorgängen bei der Entwicklung des Knorpels und den Bildern, welche man durch Zerlegung des reifen Knorpels erhält.

Fürstenberg, dem die letztere zuerst gelang, fasste die Schichten der chondrogenen Substanz selbst als verdickte Zellmembran auf und zeigte, dass in gewissen Knorpeln die ganze Grundsubstanz nur aus solchen auf Mutter- und Tochterzellen zu beziehenden verdickten Membranen gebildet wird. Auch Kölliker [3] sieht die Knorpelkapsel als Zellmembran und zwar als Analogon der secundären Membran der Pflanzenzelle an. Bei einzelnen Knorpeln setze sich die Grundsubstanz nur aus diesen zusammen, bei anderen dagegen, in Fällen, in welchen dann auch die Zerlegung in Zellenterritorien nicht vollständig gelänge, bilde sich ein grosser, oft der überwiegende Theil der Grundsubstanz als reine Intercellularsubstanz zwischen den Zellmembranen. Kölliker's Deutung leidet augenscheinlich daran, dass sie für eine und dieselbe Substanz, die chondrogene, einen doppelten und so gründlich verschiedenen Entwicklungsmodus aufstellt. Dass ein solcher existirt, ist nicht wahrscheinlich. Bleibt man consequent bei Fürstenberg's Ansicht, welche für viele Knorpel direct zu beweisen ist, so ist es leicht sich vorzustellen, dass in jenen Fällen, wo die Zerlegung der Grundsubstanz nicht vollständig gelingt, eben auch nach der Wirkung des Reagens ein Theil der ursprünglichen Zellgrenzen

1) Zeitschrift für rationelle Med. Bd. IV 3 R p. 43.

2) Müller's Archiv 1852 p. 69. 3) Gewebelehre 1867 p. 64.

verstrichen bleibt, sowie sie in den meisten Knorpeln vor der Wirkung des Reagens ebenfalls unkenntlich waren. Es fragt sich aber jetzt noch, ob wir uns die Kapselgenerationen, aus welchen die Grundsubstanz des Knorpels zusammengesetzt ist, als von der Oberfläche der Mutter- und Tochterzellen ausgehende Neubildungen, oder aber als metamorphosirte Oberflächenschichte des Zellenprotoplasmas selbst vorstellen sollen. Das letztere ist Max Schultze's, Brücke's und Heidenhain's Ansicht. Die beiden letzteren Forscher machen aber auch auf die Schwierigkeit aufmerksam, die gegentheilige Ansicht zu widerlegen. Heidenhain weist auf die Fälle hin, wo winzige Zellen von mächtig geschichteten Kapseln umgeben sind. Es müsste untersucht werden, ob einzelne Zellen ganz der chondrogenen Metamorphose anheimfallen können, und sich auf diese Weise erklären lasse, dass oft die Grundsubstanz in grösserer Ausdehnung zellenfrei zu beobachten ist.

Nach Harting's Untersuchungen am Rippenknorpel nehmen die Knorpelhöhlen während der Fötalperiode und nach der Geburt an Umfang zu. Die Zahl der Knorpelhöhlen ist beim Neugeborenen 3—4mal grösser als beim Fötus, beim Erwachsenen aber kaum halb so gross als beim Neugeborenen. Beim Erwachsenen finden sich mehr gruppenweise angeordnete Zellen als beim Neugeborenen, bei diesem mehr als beim Fötus.

Was das Längen- und Dickenwachsthum der permanenten Knorpel anbelangt, so ist dasselbe noch wenig genau bekannt. Dass vereinzelte Zellenbildung im Innern einer grösseren Knorpelmasse ein Wachsen zur Folge habe, kann man nicht annehmen.

Anders wird es sich verhalten, wenn die Theilungsvorgänge an der Oberfläche oder zwischen zwei bestimmten Durchschnittsebenen, oder in der ganzen Masse eines Knorpels sich oft wiederholen. Wachsthumserscheinungen der letzteren Art sind, wie wir später sehen werden, an ossificirenden Knorpeln sehr schön zu beobachten. Ob eine Auflagerung neuen Knorpels auf den alten vom Perichondrium aus vorkomme, wie von einigen Autoren angenommen wurde, bedarf noch genauerer Untersuchung. Es ist in neuester Zeit wieder darauf aufmerksam gemacht worden (Bubnoff), dass die Knorpel von Gefässen durchsetzt sind, deren Adventitia zuweilen verknorpelt. Demgemäss muss auch untersucht werden, wie sich die Wände der Knorpelkanäle, in welchen die Gefässe verlaufen, zur Neubildung verhalten.

Die Netzknorpel entstehen anfänglich als hyaline Knorpel. Beim Menschen ist der letztere Zustand noch bis zum dritten und vierten Monat des fötalen Lebens vorhanden. Im fünften Monat findet man bereits die Fasern. Es konnte hier, wie bei den elastischen Fasern des Bindegewebes, die Bildung der Fasern nur bis zu einer feinen Faseranlage in der Grundsubstanz zurückverfolgt werden (Rathke [1], Rabl-Rückhardt [2]).

Verkalkter Knorpel. Der hyaline Knorpel nimmt häufig Kalksalze in seine Grundsubstanz auf.

---

1) l. c. 2) Reichert und du Bois Archiv 1863 p. 41 u. f.

Wir werden später eine solche Verkalkung von echten Knorpeln im embryonalen Skelettknorpel als ein Stadium der Vorbereitung für die intracartilaginöse Entstehung von Knochengewebe näher kennen lernen. Es kommt aber auch Verkalkung von echten Knorpeln vor, die dann zeitlebens im verkalkten Zustande persistiren. Solcher Knorpel wurde zuerst von J. Müller[1] in der Rinde des Plagiostomenskelettes genauer beschrieben als pflasterförmiger, verkalkter Knorpel.

Verkalkter Knorpel kommt ferner, wie H. Müller[2] zeigte, als bleibende Bildung vor an den Stellen, wo Ossificationslinien des embryonalen Skelettknorpels sich begrenzen, als: unter den Gelenkknorpeln, an der Verbindung der Rippen mit den Rippenknorpeln, an den Wirbel- und Beckensynchondrosen, nur selten berühren sich echter Knochen und unverkalkter Knorpel unmittelbar.

Verkalkung tritt auch in solchen Knorpeln ein, welche erst, wie z. B. die Kehlkopf- und Trachealknorpeln in höherem Alter verknöchern. In solchen Knorpeln findet man häufig an jenen Stellen, wo schon für das blosse Auge und den Tastsinn Erden eingesprengt erscheinen, bei der mikroskopischen Untersuchung noch keinen echten Knochen, sondern einfach verkalkten Knorpel. Netzknorpel verkalkt nur ausnahmsweise bei gewissen Thieren, z. B. beim Hund (H. Müller[3]).

Vom Knochengewebe.

Das Knochengewebe bildet beim Menschen den hauptsächlichsten Bestandtheil der Knochen des Skelettes und das Cement der Zähne. Das gleiche ist bei den Wirbelthieren der Fall. Nur eine Reihe von Knochenfischen besitzen in ihrem Skelette statt des echten Knochengewebes eine homogene oder faserige, von dentinartigen Röhrchen durchzogene osteoide Substanz, die zu wirklichem Zahnbein werden kann (Kölliker[4]). In der ganzen Reihe der Wirbelthiere hat das Knochengewebe eine weitere Verbreitung, da gewisse Theile, welche sonst aus Weichgebilden zusammengesetzt sind, Haut, Sehnen, Sklerotica, bei gewissen Thieren Knochengewebe enthalten. Pathologisch tritt das Knochengewebe auch beim Menschen in einzelnen Weichgebilden auf.

Bau des Knochengewebes. Histologisch unterscheidet man im Knochengewebe zunächst zwischen der Grundsubstanz und den Knochenkörperchen. An den oft sehr geeigneten dünnen Knochenplättchen aus pathologisch auftretenden Verknöcherungen, oder an Plättchen vom Pflugscharbein, den Thränenbeinen u. s. w., oder an feinen, aus einem grösseren Knochen gefertigten Schliffen kann man sich, wenn man dieselben bei durchfallendem Lichte unter das Mi-

---

1) Poggendorf's Annalen 1836 p. 347.

2) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 9 p. 51. 3) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschr. Bd. I p. 92. 4) Ueber verschiedene Typen in der mikroskopischen Structur des Skelettes der Knochenfische. Aus dem IX. Bande der Würzburger Verhandlungen.

kroskop bringt, leicht über jene zwei Bestandtheile des Knochengewebes orientiren. Die Körperchen sieht man als dunkle, schwarze Figuren, die aus einem grösseren mittleren, elliptischen und dann breiter erscheinenden oder den Durchschnitt einer Biconvexlinse nachahmenden und dann schmäleren Felde bestehen, von dem zierliche, sich verschmälernde und verzweigende Adern (Kalkkanälchen) auslaufen. Von verschiedenen Feldern ausgehend vereinigen jene Ausläufer sich unter einander (Kruckenberg [1]), und verbinden so auch die dunklen Felder mit einander.

Die dunkle Zeichnung ist eingetragen in eine hellere Grundsubstanz (Fig. 9). Die von den Körperchen durchsetzte Substanz erscheint entweder ganz gleichförmig in Gestalt einer Platte, oder es erscheint dieselbe von verschieden gestalteten Lücken durchbrochen, welche oft so gross und zahlreich sind, dass nur ein sie umgrenzendes Netz dickerer oder dünnerer von Knochensubstanz gebildeter Balken übrig bleibt, oder die Lücken nehmen ein relativ kleines Areal ein und die sie umgrenzende Substanz ist dann durch parallel verlaufende gerade, oder in sich zurücklaufende krumme Linien in eine Reihe von bandartigen Streifen zerlegt, denen sich die Körperchen ziemlich regelmässig reihenweise anschliessen.


Fig. 9. Längsschliff aus der menschlichen Ulna.

Die von den Körperchen herrührende dunkle Zeichnung der beschriebenen Bilder erscheint ebenso zierlich weiss und glänzend, wenn man, anstatt im durchfallenden Lichte, bei auffallendem untersucht.

Die Knochenkörperchen und Kalkkanälchen wurden zuerst von Purkyne und Deutsch [2] beschrieben. Den Zusammenhang beider wies Joh. Müller [3] nach, der zugleich die Ansicht aussprach, dass das ganze System dieser Körperchen und Kanälchen mit Kalk gefüllt ist, wesshalb dieselben auch durch einige Zeit als corpuscula und canaliculi chalicophori bezeichnet wurden.

Die Grundsubstanz des Knochens, die oft, wie aus dem Früheren hervorgeht, ein ausgesprochen lamellöses Gefüge zeigt, ist brüchig und

1) Müller's Archiv 1849 p. 412.
2) De penitiori ossium structura. 1834.
3) Müller's Archiv 1836 p. 6.

spröde und ertheilt demselben seine eigenthümliche Consistenz. Wird ein Knochenstück mit verdünnten Säuren behandelt, welche die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Kalk austreiben und den letzteren sowohl als auch unlösliche Phosphate in lösliche Verbindungen überführen, so erweicht dasselbe unter Beibehaltung seiner Form. Der erweichte Rückstand der Grundsubstanz stellt die organische Grundlage derselben, den sogenannten Knochenknorpel, das Ossein dar. Das letztere wird durch Kochen mit Wasser, aber langsamer als das Collagen des Bindegewebes in Leim verwandelt (Kühne [1]).

Mit Säuren extrahirte und so erweichte Knochen eignen sich zur Anfertigung von feinen Durchschnitten für die mikroskopische Untersuchung und man sieht an solchen wieder das früher beschriebene Bild, nur erscheinen die Knochenkörperchen jetzt auch im durchfallenden Lichte heller als die Grundsubstanz.

Wird kalkhaltiger Knochen lange anhaltend gekocht, so wird ihm die organische Substanz zum grössten Theile oder vollständig entzogen und es bleibt in der Form des ursprünglichen Knochens die Knochenerde zurück, die, wie chemische Untersuchungen lehren, in verschiedenen Knochen eines Thieres oder in den Knochen verschiedener Thiere ein wechselndes Gemenge aus kohlensaurem Kalk, dreibasisch phosphorsaurem Kalk und Magnesia, aus Fluorcalcium, Chlornatrium und Spuren von Sulphaten und Kieselerde darstellt. Die auf die eben angegebenen Weisen trennbaren organischen und mineralischen Bestandtheile der Knochengrundsubstanz sind im frischen feuchten Knochen oder im getrockneten Knochen so innig mit einander verbunden, dass sie in der Grundsubstanz auch bei starken Vergrösserungen nicht getrennt von einander, die eine etwa in der Form eines körnigen Niederschlages in die andere eingesprengt, beobachtet werden können.

Es ist nicht sicher ermittelt, ob man es in der Knochengrundsubstanz nur mit einer innigen mechanischen Mengung beider, oder mit einem aus beiden complicirten Molekül zu thun hat [2].

Bei noch wenig aufgeklärten Krankheitsprocessen (Rhachitis, Osteomalacie) werden die Knochen unter Abnahme ihrer Minerale, aber gleichzeitigen anderweitigen Structurveränderungen weich, biegsam und schneidbar, während die Knochen alter Individuen unter gleichzeitigen Zeichen von Atrophie (Verdünnung, Erweiterung ihrer Höhlungen) mineralreicher, weniger elastisch und brüchig erscheinen.

Als gröbere mikroskopische Formen der Knochengrundsubstanz sind, wie schon erwähnt, Plättchen, faserähnliche Züge, Balken und geschichtete Lamellen

1) Physiologische Chemie. Leipzig 1866 p. 391.

2) Nach Milne Edwards des jüngeren (Annales des sciences nat. 4 S. T. 13. p. 113) Untersuchungen geben verschiedene Knochen ziemlich constante Verhältnisse von Ossein und Knochenerde. Mit dieser Behauptung stehen aber nicht die Ergebnisse aller bisher angestellten Knochenanalysen im Einklange. Bei Fütterung von Thieren mit nichtgewohnter Nahrung, z. B. Ausschaltung des Fleisches aus dem Futter der Fleischfresser, selbst wenn gleichzeitig Knochen mit stickstofflosen Nahrungsmitteln verabreicht werden, sollen die Knochen mineralärmer werden.

nachzuweisen. Das Bild, welches man in einem bestimmten Falle zur Ansicht bekommt, ist abhängig von der osteologischen Bedeutung des untersuchten Knochens, von der Lage der Ebene, in welche bei einer gegebenen Lage dieses Knochens der Schliff oder Schnitt fällt, und von dem Ort der untersuchten Stelle in dieser Ebene.

Die Osteologen bringen die Knochen bekanntlich in verschiedene Abtheilungen. Es werden lange oder Röhrenknochen, platte Knochen und kurze Knochen unterschieden. Diesen Abtheilungen entsprechend stossen wir auf eine verschiedene Anordnung unseres Gewebes in den Knoohen. An den kurzen Knochen und den Apophysen der Röhrenknochen bildet das Knochengewebe an der Oberfläche eine dünne Lage compacter Substanz; im Innern aber unter verschiedenen Winkeln gegen einander geneigte Plättchen, zwischen denen die mit gefässtragendem, Mark- und Fettzellenhaltigem Bindegewebe gefüllten Markräume übrigbleiben. Die Substanz erscheint also dort spongiös. An den platten Knochen liegen, den beiden grösseren Begrenzungsflächen entsprechend, an der Oberfläche Tafeln compacter Substanz, zwischen beiden Knochensubstanz in spongiöser Anordnung. Am mächtigsten ist die compacte Knochensubstanz in den Diaphysen der Röhrenknochen, geht aber auch dort in den innern, die grosse Markhöhle dieser Knochen umgebenden Theilen und zwar je näher der Apophyse, um so mehr, in die spongiöse Anordnung über.

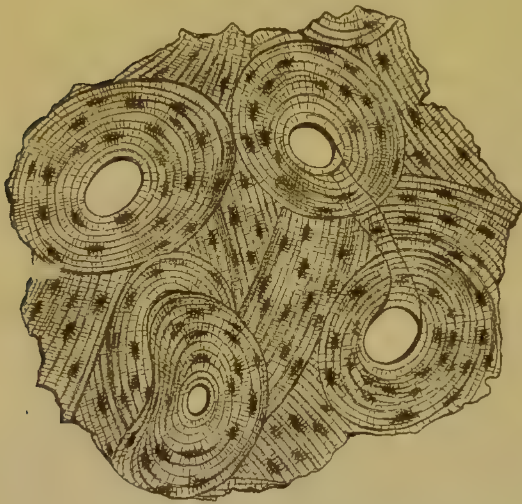
In der compacten Substanz der Röhrenknochen treten auf feinen Schliffen oder auf Schnitten durch entkalkten Knochen einzelne feinere Verhältnisse mit grosser Deutlichkeit hervor. An Schnitten oder Schliffen, senkrecht auf die lange Axe des Knochens geführt, zeigen sich grössere und kleinere runde oder schwachovale, manchmal von einer leicht ein- und ausgebogenen Linie begrenzte, nur selten in die Länge gestreckte Löcher, die Querschnitte der später zu erwähnenden Haversischen Kanälchen. Um diese bildet die Grundsubstanz des Knochens ineinandergeschachtelte, bandartige Streifen, die bei einer gewissen Einstellung an der dem Loche näheren Hälfte radiär gestrichelt und etwas dunkler als an der anderen erscheinen. Die Anzahl der von innen nach aussen folgenden Streifen ist verschieden, um die kleineren Löcher eine geringere als um die grösseren. Man hat bis zu fünfzehn gezählt.

Die um jene Löcher verlaufenden Bandsysteme werden von ähnlichen, die sich den äusseren Grenzen des Knochens anschliessen, umfasst, so dass man die letzteren als solche höherer Ordnung von den ersteren unterscheiden kann. Da aber die Systeme erster Ordnung bald näher bald weiter entfernt von der Oberfläche des Knochens aufhören, ist die Anzahl der mit der Oberfläche parallelen nicht im ganzen Umkreise des Knochens dieselbe, sondern dort eine kleinere, wo die Systeme erster Ordnung näher an die Oberfläche reichen; nur die über die oberflächlichsten Systeme erster Ordnung hinlaufenden umfassen den Knochen vollständig (Tomes and de Morgan[1]). Die

1) Philosoph. Transact. 1853 T. I p. 109.

Räume, welche zwischen den rings um die Haversischen Kanälchen concentrisch verlaufenden Systemen im Innern des Knochens übrigbleiben und drei-, vier- oder mehreckige Felder mit eingebogenen Seiten darstellen, werden von einer in gleicher Weise gebändert erscheinenden Schaltmasse ausgefüllt. Die Schaltsysteme laufen meistens auch der Oberfläche des Knochens parallel, es kommt aber auch vor, dass sie zwei gegenüberliegenden Grenzen der von ihnen gebildeten Felder parallel laufen und auf den anderen senkrecht stehen. Oder es treten in den Feldern selbst wieder Scheitel von Curvensystemen auf, deren Elemente die Richtung der geschlossenen Systeme unter verschiedenen Winkeln durchschneiden, wie Fig. 10 zeigt.

Oft stossen aber auch die concentrisch liegenden Systeme erster Ordnung etwas gegen einander abgeplattet ohne Schaltmasse dicht aneinander. Das letztere ist nur selten in den Röhrenknochen des Menschen, das erstere bei Thieren gewöhnlich der Fall.


Fig. 10. Aus dem Oberschenkelknochen vom Menschen (Querschnitt) mit Salzsäure entkalkt.

Frey[1] nennt die concentrischen Systeme erster Ordnung Special- oder Haversi'sche Lamellen, die anderen General- oder Grundlamellen. Bezeichnender ist es zwischen Haversi'schen Lamellen, Schaltlamellen und umfassenden Lamellen zu unterscheiden.

Die beschriebenen geschlossenen oder offenen Bandsysteme auf dem Knochenquerschnitte sind die Querschnitte von Lamellen, welche um längslaufende und netzartig anastomosirende Kanäle angeordnet sind, deren Querschnitte die früher beschriebenen Lücken darstellen. Davon überzeugt man sich auf Längsschliffen oder Schnitten von Röhrenknochen (Fig. 9). An diesen sieht man solche Kanäle lange Maschenräume zwischen sich fassen. Sie verzweigen sich entweder spitzwinklig, oder die Zweige schlagen, wenn sie sich unter grösserem Winkel entwickeln, doch sehr bald einen Verlauf ein, dass ihre Richtungen unter spitzen Winkeln auf einander stehen, oder sie sind durch meist kurze, schräg, seltener querlaufende Anastomosen mit einander verbunden, und halten einen von der Längenaxe des Knochens ebenfalls nur unter spitzen Winkeln abweichenden Verlauf ein. Es sind das die an der äusseren Oberfläche der compacten Substanz oder in die Markräume der spongiösen Substanz ausmündenden schon früher angeführten Haversi'schen oder Markkanälchen, vorzugsweise

1) Histologie und Histochemie 1867 p. 280.

bestimmt zur Aufnahme von Blutgefässen. Die Zwischenräume der Haversi'schen Kanälchen nehmen die bandartigen Längsschnitte der Lamellen ein. Man kann Stücke dieser Lamellen von der compacten Substanz an der Oberfläche der Röhrenknochen absprengen, oder auch durch Schnitte oder Schliffe parallel der Oberfläche geführt zu gewinnen suchen. Bei starken Vergrösserungen guter Mikroskope sieht man an ihnen eine scharf hervortretende punktförmige Zeichnung, nebenbei auch ein undeutliches mattes Geäder und dadurch die ganze Substanz wie in einzelne glänzende Inseln getheilt. Die punktförmige Zeichnung ist der Ausdruck kleiner, runder Löcher (Durchschnitte der später zu behandelnden Knochenkanälchen). Die regelmässigen Rhomben, welche sich Sharpey[1] an solchen Lamellen darboten und die auch Kölliker[2] an des ersteren Präparaten gesehen hat, scheinen nur unter ganz besonderen Bedingungen aufzutreten.

Aehnliches in Bezug auf die Anordnung der Haversi'schen Kanäle und Lamellen, wie in der compacten Substanz der Diaphyse der Röhrenknochen kann man auch in der compacten Masse der anderen Knochen auf in verschiedenen Richtungen durchgelegten Schliffen sehen, nur sind die Verhältnisse vereinfacht, entsprechend der geringeren Dicke der compacten Substanz. An der Oberfläche schliessen sich die Lamellen wieder den Grenzen des Knochens an. Die letzteren sind, wenn die Dicke der compacten Substanz eine sehr geringe ist, allein noch vorhanden.

Die Balken und Plättchen der spongiösen Substanz sind verschieden gestaltet, öfters ist eine sehr regelmässige Vertheilung der stärkeren Balken in der Spongiosa vorhanden, so dass eine Art von Faserung entsteht, welche eine bestimmte Richtung zu den Grenzen der betreffenden Knochen einhält. Solche Verhältnisse hat H. Meyer[3] für die Knochen der unteren Extremität des Menschen beschrieben und darauf hingewiesen, dass sie in einer Beziehung zu der statischen Bedeutung der Knochen stehen. An den verschieden gestalteten Balken und Plättchen der Spongiosa sieht man in den Stärkeren Haversi'sche Kanälchen und auf diese zu beziehende Lamellensysteme. Von den anderen erhält man, abhängig von ihrer mehr cylindrischen oder mehr flachen Gestalt und der verschiedenen Richtung, in welcher sie getroffen wurden, Eindrücke, wie sie die Flächenansicht der Lamellen der compacten Substanz darbietet, oder man sieht Streifen und Züge, die sich den Grenzen der Balken, beziehungsweise der von ihnen umfassten Markräume anschliessen.

Wir wenden uns nun zu den sogen. Knochenkörperchen und ihren Ausläufern. Was die Gestalt derselben betrifft, so ist dieselbe in den menschlichen Knochen eine länglich linsenförmige und die der Thiere sind jenen im allgemeinen sehr ähnlich. Auf der breiten Fläche der Lamellen gesehen erscheinen sie elliptisch. Mit dem schmalen Durchschnitt der Lamellen gesehen erscheinen

1 Eine Abbildung davon nach einem Präparate Sharpey's findet sich in der verbreiteten mikroskop. Anatomie von Hassall, Taf. XXX Fig. 4.

2) Gewebelehre 1867 p. 186. 3) Reichert u. du Bois, Archiv 1867 p. 615.

sie wie der Durchschnitt einer biconvexen Linse. Was ihre Lage zu den Lamellen betrifft, so sieht man sie an den Grenzen derselben, an Lamellen von kleinerem Krümmungshalbmesser gebogen, indem sie sich dort der convexen Grenzlinie anschmiegen. Was die Anzahl dieser Gebilde betrifft, so zählte Welcker[1] im Mittel für ein Quadratmillimeter Knochenquerschnitt 740 beim Menschen (schwankend zwischen 680—800), 910 giebt Harting an.

Von denselben (Fig. 11) gehen nach allen Richtungen hin, vorzugsweise aber senkrecht auf die Lamellen und in der Richtung der Markkanälchen die oben erwähnten verzweigten und anastomosirenden Ausläufer aus. Die letzteren bleiben aber nicht in einer Ebene, sondern verlaufen vielfach gebogen und man trifft darum auf einem feinen Knochenschliff dieselben sowohl der Länge als der Quere nach als auch schräg durchschnitten an, sie sind ferner entweder noch im Zusammenhange mit dem entsprechenden Körperchen, oder auch vereinzelt zu sehen, oder nur mit ähnlichen Kanälchen noch in Verbindung. Fig. 11. An geeigneten Schliffen lassen sich die feinen Kanälchen bis an die Oberfläche der Knochen oder zu den Markkanälchen und Markräumen hin verfolgen, wo sie offen ausmünden, oder sie gelangen an überknorpelte Knochenenden, um dort mit einem zugespitzten Ende blind aufzuhören.

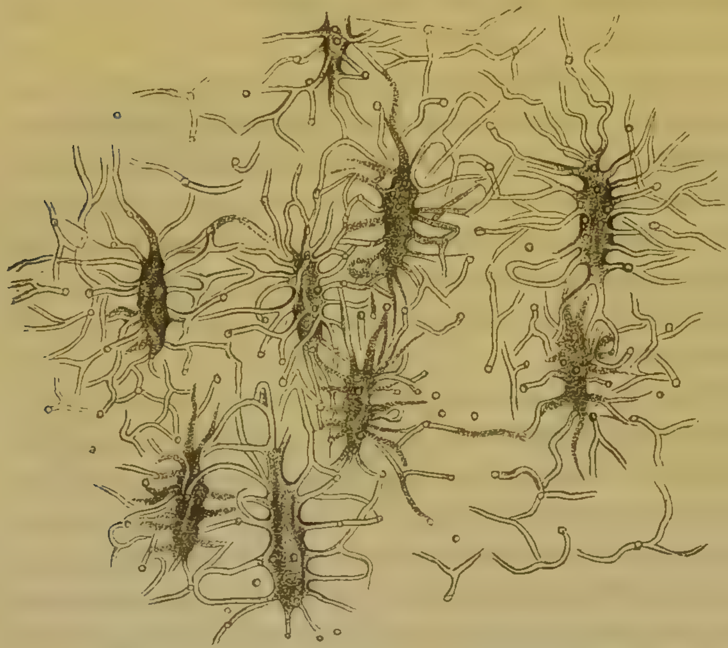


Fig. 11. Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern aus einem feinen Schliff eines menschlichen Knochens.

Nachdem die früher erwähnte Ansicht, der zufolge die Körperchen und die davon ausgehenden Kanälchen die Namen corpuscula und canaliculi chalicophori führten, gefallen war, weil man sich überzeugte (Lessing[2]), dass im trockenen Knochen ihr dunkles Ansehen bei durchfallendem Lichte und ihr weisses Ansehen bei auffallendem Lichte ihrem Luftgehalt zuzuschreiben ist und man darum geneigt war, sie für ein im lebenden Knochen mit Flüssigkeit gefülltes Lückensystem zu halten, traten jene Gebilde durch die Untersuchungen Virchow's[3] als isolirbare Körperchen wieder in den Vordergrund. Vir-

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Bd. 8 p. 232.

2) Lessing, Ueber ein plasmatisches Gefässsystem in allen Geweben, insbes. in Knochen und Zähnen. Hamburg 1846.

3) Würzburger Verhandlungen I. Bd. 1850 p. 193.

chow bediente sich zur Isolirung der Knochenkörperchen der Maceration von Knochenplättchen in Salzsäure. Salpetersäure leistet dieselben Dienste (Förster[1]). Auch kann der mit Salzsäure entkalkte Knochen am besten unter erhöhtem Drucke gekocht werden; auf die letztere Weise hat F. Hoppe[2] die Knochenkörperchen aus den Hautknochen des Störes besonders schön isolirt. Virchow glaubte anfänglich entsprechend der Darstellung, welche er von den Bindesubstanzen gab, mit jenen Körperchen die Zellen des Knochens isolirt zu haben. Die Isolirbarkeit derselben bei den genannten Versuchen sollte auf der grossen Resistenz der vorausgesetzten Zellmembran gegen die Salzsäure beruhen. Jetzt weiss man, dass die Isolirung jener Gebilde nicht nur noch an trockenen Knochen, wie auch Virchow schon bekannt war, sondern sogar an lange macerirten oder mit starken Alkalien behandelten Knochen noch gelingt (E. Neumann[3]), also nach Eingriffen, welche alle Weichgebilde zu zerstören geeignet sind, und man muss deshalb annehmen, dass bei jenen Versuchen eine besonders dichte und resistente Schichte der Grundsubstanz des Knochens selbst isolirt wird, die zunächst die Wandung eigenthümlicher, die Form der sogenannten Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer besitzender Höhlungen bildet. Bemerkenswerth für diese Auffassung sind die Erfahrungen Kölliker's[4] und Neumann's[5], dass man bei diesen Isolirungsversuchen auch häufig die Form der Haversi'schen Kanälchen nachahmende isolirte Scheiden erhält. Die Frage, welchen Inhalt jene Höhlungen im lebenden Knochen enthalten, ist, so allgemein gestellt, nicht leicht zu beantworten.

Nach einer erst kürzlich veröffentlichten Mittheilung will sich Klebs[6] überzeugt haben, dass der Inhalt derselben in älteren Knochen schon im ganz frischen Zustande gasförmig ist. Er stützt sich dabei vorzüglich auf das auch im frischen und unter Wasser präparirten Knochen erscheinende dunkle Aussehen der Knochenkörperchen im durchfallenden Lichte, ferner darauf, dass durch Auspumpen eine grössere Menge Gas aus dem Knochen gewonnen werden kann und endlich darauf, dass Kalilauge die Knochenkörperchen unter verfolgbaren Erscheinungen der Absorption der in ihnen enthaltenen Luft (CO_2) hell macht.

Nur wo der Knochen an Weichtheile stösst oder im fötalen Knochen zeigen die Knochenkörperchen keine Luftfüllung. In der That ist es an manchen Objecten nicht schwer sich zu überzeugen, dass kernhaltige zellige Gebilde die Knochenhöhlen ausfüllen (Donders[7], Kölliker[8], Rouget[9], Beale[10]).

Hiezu eignen sich die grösseren Knochenhöhlen embryonaler Knochen, oder die in jüngeren Knochenschichten unter dem die Knochen begrenzenden

1) Archiv für patholog. Anatomie Bd. XVIII p. 70.
2) Archiv für patholog. Anatomie Bd. V p. 179 u. 181.
3) Beiträge zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes. Königsb. 1863. p. 42. 4) Mikroskopische Anatomie p. 83. 5) l. c.
6) Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1868 p. 81.
7) Mulder, Versuch einer physiolog. Chemie p. 595.
8) Mikroskopische Anatomie Bd. II p. 297.
9) Journal de la Physiologie 1858 p. 764. 10) l. c. p. 128.

bindegewebigen Periost befindlichen in der That am meisten. Vorzüglich gelangt man zu günstigen Resultaten an mit schwachen Säuren (Chromsäure, oder einem Gemisch dieser mit etwas Salzsäure) entkalkten Knochen, wenn man dünne Schnitte derselben mit Carmin imbibirt. Dagegen ist es auch nach diesen Vorbereitungen in alten Knochen schwer, die krümeligen Massen, auf welche man in den Höhlen derselben stösst, und welche schon Schwann an entkalkten Knochen darin sah, bestimmt als Zellen oder Reste derselben zu erkennen.

Als einen besonderen Formbestandtheil des Knochengewebes hat Sharpey[1] Fasern beschrieben, welche sich, wenn man an einem entkalkten flachen oder langen Knochen die Lamellen zu isoliren sucht, darbieten. Sie verlaufen in Ebenen, welche annähernd senkrecht zu der Oberfläche der Lamellen liegen und bleiben an einer der abgerissenen Lamellen als zugespitzte Fortsätze hängen, während an den nebenliegenden Lamellen die Lücken zu erkennen sind, aus welchen die sog. Sharpey'schen oder durchbohrenden Fasern herausgezogen wurden. Sie finden sich beim Menschen wie H. Müller[2] zeigte, in den vom Periost ausgebildeten Knochen und sind da bis zu 3 Mm. lang, während ihre Dicke 0,002—0,005, manchmal sogar 0,015 Mm. beträgt.

Die durchbohrenden Fasern sind verkalkte Faserzüge, welche vor der Bildung der Knochenlamellen, die sie durchsetzen, als Verbindungsbrücken zwischen dem embryonalen Knochen und dem umgebenden Bindegewebe durch die Bildungsschichten der Knochenlamellen hindurchgehen und die mit wachsender Dicke der Lamellen sich verlängern und später verkalken. Bleibt ein Theil dieser Faserzüge unverkalkt, so entstehen nach H. Müller an ihrer Stelle beim Trocknen des Knochens die von Tomes und de Morgan beschriebenen perforating tubes.

Auf die grosse Verbreitung der durchbohrenden Fasern, namentlich bei Fischen, hat Kölliker[3] aufmerksam gemacht.

Entwicklung des Knochengewebes. Embryologische Untersuchungen lehren, dass fast das ganze knöcherne Skelett der Wirbelthiere aus einem die Theile desselben im vorgebildeten Zustande enthaltenden, früher angelegten knorpeligen Skelette hervorgeht. Anfänglich nahm man das für alle Knochen an, bis Sharpey und Kölliker für einzelne Schädelknochen nachwiesen, dass sie direct in einer bindegewebigen Anlage entstehen. Es sind das die Deckknochen des Primordialschädels.

Man weiss ferner seit geraumer Zeit, dass beiderlei Knochen, den knorpelig präformirten (primordialen Knochen) sowohl, als auch den Deckknochen (secundären Knochen), wenn sie einmal entstanden sind, von dem bindegewebigen Periost aus neues Knochengewebe angelagert wird und dass sie so in die Dicke wachsen. Dass im letzteren Falle das Knochengewebe aus einer

1) Quains Anatomy VI. Edition.
2) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift Bd. I p. 296. 3) ibid. Bd. I 306.

bindegewebigen Anlage in ähnlicher Weise wie bei der Entstehung der secundären Knochen hervorgeht, hat zuerst Virchow[1] auseinandergesetzt.

Man könnte nach diesen äusseren Vorgängen also drei verschiedene Arten der Entstehung von Knochengewebe unterscheiden, die intracartilaginöse, die intermembranöse und die periostale, wir werden aber sehen, dass das Knochengewebe in allen diesen Fällen aus einer wesentlich gleichen Neubildung (osteogenen Substanz) entsteht, und dass auch diese dem eigentlichen Knochen vorausgehende bindegewebähnliche Anlage wahrscheinlich in allen Fällen aus denselben Keimen hervorgeht, kurz, dass die oben erwähnten Unterscheidungen zwar in Bezug auf den Ort, wo das Knochengewebe entsteht, und in Bezug auf den einmal vorhandenen, das andere Mal fehlenden gleichzeitigen Untergang von Knorpel, nicht aber in Bezug auf die Osteogenese selbst gemacht werden können.

In dem Falle, wo man die Form des künftigen Knochens in dem embryonalen Skelettknorpel mehr oder weniger treu vorgebildet antraf, lag es nahe zu vermuthen, dass die Grundsubstanz des Knochens durch eine Metamorphose der Knorpelgrundsubstanz, die Knochenhöhlen und Körperchen entweder durch Auswachsen der Knorpelkörperchen oder durch eine unter Bildung von Porenkanälchen statthabende Auflagerung von Verdickungsschichten auf die supponirte Membran der Knorpelzellen aus den letzteren entstehen. Für die Bildung der grösseren Markräume musste dann eine unter gleichzeitiger Entwicklung der Inhaltsmasse einhergehende Resorption des Knorpels oder des daraus gebildeten jungen Knochengewebes selbst angenommen werden.

Solche Annahmen, die von Schwann[2] und Henle[3] zuerst vermuthungsweise ausgesprochen wurden, hatten sich ziemlich allgemeinen Eingang verschafft und durch lange Zeit glaubte man sie in Deutschland, England und Frankreich auch in Uebereinstimmung mit den positiven Beobachtungen, welche man an verknöchernden Knorpeln zu machen Gelegenheit hatte[4].

In Deutschland war das besonders der Fall, als Kölliker[5] den rhachitischen Knochen als ein Object angeführt hatte, wo der von Schwann bezeichnete Umbildungsmodus der Knorpelkörperchen in Knochenkörperchen, nach Analogie der Bildung getüpfelter Pflanzenzellen, wirklich deutlich zu verfolgen sei. Und neuestens hat Lieberkühn[6] die normale Ossification des Knorpels in einer Reihe von Abhandlungen als eine der Hauptsache nach den erwähnten Anschauungen entsprechende Umbildung des Knorpels darzustellen versucht.

Ein anderer Weg, und zwar der richtige, wurde mit aller Consequenz und nachdem nur wenige (E. H. Weber[7], Sharpey[8], Bruch[9], Baur[10]) vorher dahin

---

1) Archiv f. pathol. Anatomie Bd. V p. 436 ff. 2) Mikroskop. Unters. etc. Berlin 1839 p. 35 u. 115. 3) Allg. Anatomie 1841 p. 831. 4) Siehe d. histor. Details bei H. Müller, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 9 p. 147 u. d. f. 5) Mittheil. d. Zürich. naturf. Ges. 1847 Nr. 11 u. 12 u. Froriep's Notizen 1848 p. 120. 6) Reichert u. du Bois, Archiv 1862 p. 702. 1863 p. 614. 1864 p. 598. 1865 p. 404. 7) Ausg. v. Hildebrandt's Anatomie 1830 p. 334 u. d. f. 8) Quains anatomy V. edition. 9) Denkschr. d. schweiz. Naturf. Ges. Bd. 11. 10) Müller's Archiv 1857 p. 347.

einzulenken versuchten, im Jahre 1858 von H. Müller[1] betreten. Er wurde darauf von anderen Forschern (Gegenbaur[1], Landois[2] und Waldeyer[3]) weiter verfolgt und hat für die Ossification des Knorpels zur Begründung des früher ausgesprochenen Hauptsatzes geführt.

Bekanntlich geht die Verknöcherung der knorpelig präformirten Theile von den sog. Ossificationspunkten aus. In diesen entstehen zunächst Kanäle (Knorpelkanäle), welche mit einer weichen Zellenmasse angefüllt sind, in die vom Perichondrium aus Blutgefässe sich verfolgen lassen (Knorpelmark). Diese Kanälchen gehen dort, wo durch Ablagerung von Kalksalzen in die Grundsubstanz des Knorpels zuerst das weisse Ansehen und die Consistenz des Knochens bemerklich wird, in grössere unregelmässig buchtige Räume über, die ebenfalls mit Blutgefässe enthaltendem Mark angefüllt sind. Dieser von buchtigen Hohlräumen durchbrochenen Stelle verleihen nur die mit körnigen Kalkdepositen durchsetzten Reste des sichtlich in grosser Ausdehnung resorbirten Knorpels Halt und Festigkeit. In der Umgebung dieser Stelle erscheint der Knorpel durchscheinender und aus grossen, hellen, nur durch geringe Mengen von Grundsubstanz geschiedenen Zellen zusammengesetzt. Bei genauerer Untersuchung zeigt es sich aber, dass die Grenze der mit Mark gefüllten Hohlräume und der grosszelligen Knorpelregion einerseits und die Grenze der verkalkten Balken und der grosszelligen Knorpelregion andrerseits nicht zusammenfallen. Die Verkalkung ist vielmehr über die Grenzen der Markräume hinaus zu verfolgen und hört fein auslaufend in grösseren Balken der Zwischensubstanz des noch undurchbrochenen Knorpels auf. Die Zellen an den Grenzen des letzteren erscheinen also in die röhrigen Enden der Verkalkung hineingeschoben und stossen erst dann an das Mark. Die eben beschriebenen Veränderungen gehen der Bildung von Knochengewebe in Knorpelgewebe voraus. Das Knochengewebe entsteht nur dort, wo sich zuvor Mark gebildet hat, und zwar an der Oberfläche des letzteren, und lagert sich an die verkalkten Knorpel an. Davon soll erst später ausführlich gehandelt werden. Es ist nicht schwer, die beschriebenen Einzelnheiten an den Ossificationspunkten kurzer Knochen oder auch der Diaphyse von Röhrenknochen zu sehen. Auch die später auftretenden Epiphysenkerne eignen sich sehr gut dazu. Die Embryonen, welchen die Präparate entnommen werden sollen, werden zuvor in Chromsäure eingelegt. Besser noch und genügend ist das Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit. Wartet man die hier etwas länger währende Zeit ab, bis sich gute Schnitte gewinnen lassen, und färbt die letzteren mit Carmin, so erhält man die lehrreichsten Präparate.

Die beschriebenen Veränderungen setzen sich successive auf den an den Ossificationspunct grenzenden Knorpel fort.

---

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 9 p. 145. 2) Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturwissensch. 1864 p. 343. 1866 p. 54 u. 206. 3) Centralblatt f. die med. Wissensch. Berlin 1865 Nr. 16, 18 u. 32. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XVI. p. 23.

4) Ueber den Ossificationsprocess. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. I p. 354.

Am besten können zu mikroskopischen Studien Längsschnitte durch die Diaphyse embryonaler Knochen dienen, welche die Ossificationsgrenze enthalten.

Das Bild, welches man von einem solchen Längsschnitte erhält, wenn derselbe alle Uebergänge vom noch unveränderten Knorpel bis zum neugebildeten Knochen enthält, ist das folgende (Fig. 12). Auf den Knorpel der die Beschaffenheit der embryonalen Skelettknorpel zeigt, wie sie vor der Verknöcherung vorhanden ist, folgt eine Knorpelregion (*a*), in welcher die Zellen dichter gedrängt liegen und in bestimmter Weise geordnet (gerichtet) sind. Sie stellen deutliche Längsreihen dar. In diesen Längsreihen erscheinen aber die Zellen in dem der Längsaxe des Knochens parallelen Durchmesser verkürzt wie übereinander geschichtete Platten, so dass ein Querstreifen dieser Region herausgeschnitten gedacht einige Aehnlichkeit besitzt mit der ebenfalls platte Zellen enthaltenden Schichte, welche die Gelenkknorpel an ihrer freien Oberfläche, andere Knorpel unter dem Perichondrium zeigen. Ausgezeichnet sind diese Längsreihen platter Zellen noch dadurch, dass die Zellen oft eine Keulenform besitzen und sich alternirend mit ihren zugespitzten Enden von entgegengesetzten Seiten her in einander schieben (Aeby[1]). Es ist auch nicht schwer, sich von dem Entstehen dieser Zellenreihen durch fortgesetzte Theilungsvorgänge zu überzeugen, sehr instructiv in dieser Beziehung sind gerade die Bilder, welche Aeby verfolgte und welche zeigen, dass keulenförmige Zellen dadurch entstehen, dass eine Zelle sich der Länge nach theilte und dann die Tochterzellen wech-

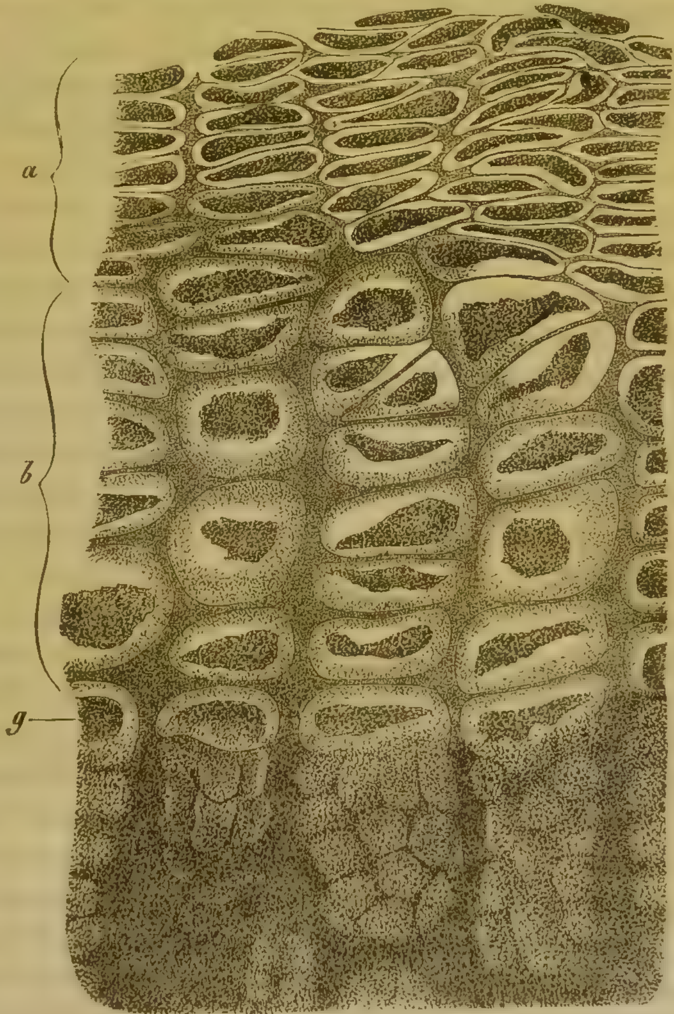


Fig. 12. Längsschnitt durch die Ossificationsgrenze eines Röhrenknochens vom menschlichen Embryo.

1) Zeitschrift für rationelle Medicin 3 R. Bd. IV p. 38 u. d. f.

selweise übereinander wuchsen. Die in den Längsreihen enthaltenen platten Zellen liegen der Quere nach nicht an allen Stellen annähernd gleich weit aus einander, es sind vielmehr zwischen ungleich grossen Gruppen derselben stärkere Balken von Grundsubstanz vorhanden.

Auf die sehr charakteristische plattzellige Reihenregion folgt näher dem Ossificationsrande unter allmählichen Uebergängen eine zweite Region (*b*), in welcher helle, besonders grosse und mit schönen runden Kernen versehene Zellen sich befinden. Die Vergrösserung dieser Zellen im Vergleich mit den in der früheren Region enthaltenen ist vorzugsweise auf die einseitige Zunahme des mit der Längenaxe des Knochens zusammenfallenden Durchmessers zu setzen. Diese Region enthält auf demselben Areal eine viel geringere Anzahl von Zellen, als selbst der über der Reihenregion gelegene ursprüngliche Knorpel. Für die Betrachtung mit blossem Auge erscheint auf dem Durchschnitt eines frischen Fötalknochens die grosszellige Region heller und durchscheinender, als alle anderen Theile des Längsschnittes. Diese Region besitzt eine grosse Aehnlichkeit mit jenem Stadium des embryonalen Knorpels, in welchem sich die Zellen desselben noch leicht von einander isoliren lassen.

Zwischen den grossen durchsichtigen Zellen treten nur parallel der Längenrichtung des Knochens stärkere Balken von Grundsubstanz hervor, zwischen welchen die Zellen in einfacher, häufiger in mehrfacher Reihe liegen. Dort, wo diese stärkeren Längsbalken fehlen, scheinen die Zellen unmittelbar aneinander zu stossen. Man überzeugt sich aber, wenn die Zellen geschrumpft sind, an einem sehr zierlichen Bilde von der Gegenwart geringer Mengen von Grundsubstanz auch zwischen den in der Längenrichtung des Knochens aneinanderstossenden Zellen. Die Scheidewände zwischen den Zellen verlaufen im letzteren Falle nach der Art von Leitersprossen (s. d. Abbildung) zwischen je zwei Längsbalken. Noch innerhalb der grosszelligen Region nehmen die stärkeren Längsbalken Kalkdeposita in Form von kleinen Körnchen oder Krümeln in sich auf, dabei werden sie etwas dicker. Man befindet sich dann in der Region des verkalkten Knorpels, der nach H. Müller[1] in den meisten Fällen der Verknöcherung vorausgeht. Eine sehr schöne Ergänzung erfahren die bisher nur am Längsschnitt betrachteten Bilder, welche Waldeyer[2] noch am treuesten beschrieben hat, dadurch dass man auch Querschnitte untersucht, die successive die früher beschriebenen Regionen treffen.

Namentlich ist das Verhalten der Region des verkalkten Knorpels auf dem Querschnitte erwähnenswerth. Auf demselben erscheinen mit grosser Deutlichkeit die durch ihre körnige oder klein krümelige Beschaffenheit ausgezeichneten Kalkringe, eine oder mehrere der grossen Zellen umfassend. Nähert man sich mit dem Querschnitte von da ab dem Knochen immer mehr, so nehmen die Kalkringe an Dicke zu und endlich werden die Zellen, welche die Kalkringe ausfüllen, kleiner und zahlreicher (Fig. 13) und stärker granulirt.

1) l. c. p. 157. 2) l. c. p. 359 u. Taf. XXII Fig. 2.

Unter diesen Zellen findet man aber dann auch zwei- oder auch mehrkernige, oft grosse Protoplasmamassen mit einer grösseren Anzahl kleiner Kerne. Die mehrkernigen Zellen wurden von GEGENBAUR[1] und WALDEYER[2] mit Recht mit den von ROBIN[3] beschriebenen Myeloplaxen zusammengestellt. Das Hinabrücken des Querschnittes führt also aus der grosszelligen Region, während die Kalkringe ohne wesentliche Veränderung erhalten bleiben, in eine Region, in welcher zwischen den verkalkten Balken proliferirte Zellen erscheinen. Das nehmen wir sofort auch wahr, wenn wir nun wieder zum Längsschnitt zurückkehren.

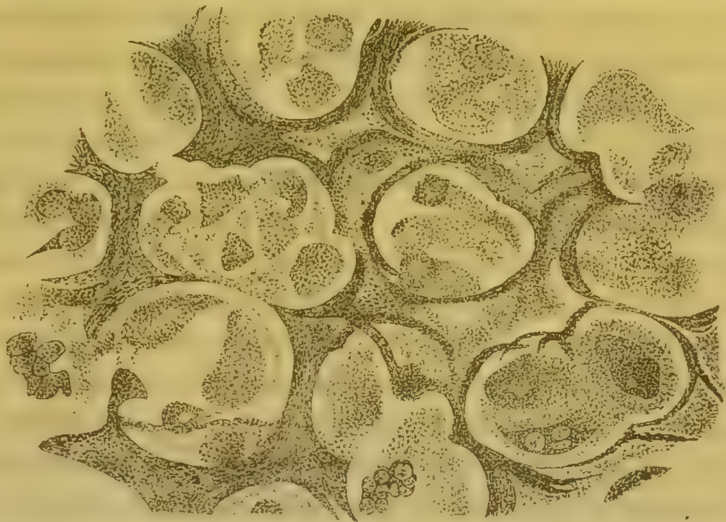


Fig. 13. Querschnitt durch einen in Ossification begriffenen Knorpel vom menschlichen Embryo.

Die von den beschriebenen verkalkten Balken umgrenzten länglichen Räume erhalten, und das macht das Bild eines solchen Längsschnittes sehr auffallend, an einer ziemlich scharfen Grenze (*g* Fig. 12) plötzlich statt der grossen Knorpelzellen eine andere Inhaltsmasse. Dieselbe besteht dicht am Knorpel aus gedrängt liegenden, stark granulirten Zellen. Es sind diese Zellen ferner mit mehr oder weniger bald kürzeren bald längeren Ausläufern versehen, welche aber nur auf zerzupften oder gepinselten Präparaten gut zu sehen sind. Verfolgt man die jenen Inhaltsmassen abgrenzenden Balken weiter in der Richtung vom Knorpel weg, so bemerkt man, dass die an der Knorpelgrenze gehäuft liegenden granulirten Zellen sich an den verbreiterten Fortsetzungen der Längsbalken zu einer die Oberfläche der Letzteren belegenden epitheliumartigen Schichte ordnen, während die mittleren Partien der Inhaltsmasse hellere, fein ausgewachsene Spindel- oder Sternzellen einnehmen, zwischen welchen aber kleinere, rundliche, stärker körnige Zellen eingebettet vorkommen. In diesem letzteren Gewebe lassen sich auch schon Blutgefässe deutlich wahrnehmen.

Es tritt uns also in den Räumen des verkalkten Knorpels zunächst ein neues, weiches, aus vielen Zellen zusammengesetztes, an seiner Oberfläche und in seinem Innern selbst wieder differencirtes Gewebe entgegen.

Man wird sich fragen müssen, woher dieses Gewebe stammt. Es wurde bemerkt, dass die Grenze zwischen der grosszelligen Region des Knorpels und

1) l. c. p. 349. 2) l. c. p. 362.
3) Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1864 Bd. I p. 88.

der späteren neuen Inhaltsmasse der von den verkalkten Balken umgrenzten Räume eine sehr scharfe ist. Wie viel Präparate ich auch untersuchen mochte, ich habe niemals Uebergänge der grossen hellen Knorpelzellen durch Theilungs- und Furchungsstadien hindurch zu den dunkelkörnigen Zellen, welche plötzlich an dieselben stossen, auffinden können. Solche Uebergänge sollte man aber als häufige erwarten, wenn die Knorpelzellen als Mutterzellen das Mark durch Theilung produciren würden.

Ich muss daher, von welchen grossen Autoritäten die letztere Ansicht auch gestützt sein mag, sie doch bezweifeln. Allerdings könnte man auch hier an so rasch verlaufende Theilungs- und Furchungsprocesse denken, dass dieselben dem Beobachter entgehen und die Provenienz des Markes von den Knorpelzellen als eine wenn auch auf die directe Beobachtung nicht gestützte Annahme hinstellen. Eine solche Annahme zu machen ist man aber durchaus nicht dringend genöthigt, da es gar keine Schwierigkeiten mit sich bringt, sich das Mark vielmehr von derselben Seite her gegen den Knorpel vorwachsend vorzustellen, von woher auch die Blutgefässe des Markes vordringen. Die letztere Vorstellung empfiehlt sich namentlich desswegen, weil dem Mark, wie wir sehen werden, eine solche productive Thätigkeit nothwendig zugeschrieben werden muss und sich später an demselben auch verfolgen lässt.

Die productive Thätigkeit der Knorpelzellen scheint mir an der Grenze der plattzelligen Reihenregion abgeschlossen zu sein. Die grossen, aufgeblähten Knorpelzellen, welche von da ab gegen den Ossificationsrand folgen, sieht man an der Grenze gegen das Mark in der That häufig in den feinkörnigen Zerfall, welchen die Knorpelgrundsubstanz daselbst erleidet, mit einbezogen, so dass höchstens Reste dieser Zellen mit in das Mark gelangen.

Man darf die hier entwickelte Anschauung nicht verwechseln mit der eigenthümlichen und willkürlichen Ansicht, welche Henke [1] über die Genealogie der Knorpelelemente am Ossificationsrande ausgesprochen hat, nach welcher sogar die aufgereihten Knorpelzellen daselbst von den Markräumen her auf Kosten von ausgetretenen Blutkörperchen gebildet sein sollen.

Mit dem Auftreten der veränderten Inhaltsmasse zwischen den verkalkten Balken des Knorpels haben wir früher auch die Differenzirung der Ersteren in eine äussere und innere Schichte kennen gelernt.

Die körnigen Zellen der äusseren Schichte sind die von Gegenbaur [2] zuerst genauer beschriebenen von ihm so genannten Osteoblasten, das hellere, innere Gewebe, das eigentliche junge Mark. Die Schichte, welche die Osteoblasten enthält, finden wir in den früher beschriebenen Räumen (primären Markräumen) überall bald in dünnerer, bald in mächtigerer Lage, zwischen die Reste und Grenzen des früheren Knorpels einerseits und das blutgefässführende Mark andrerseits eingeschoben.

Die Osteoblastenschichte bildet überall den unmittelbaren Vorläufer des

1) Zeitschrift für rationelle Medicin 3 R. Bd. XVIII p. 61. 2) l. c. p. 360.

echten Knochengewebes. Das letztere tritt an den Wänden der primären Markräume in einiger Entfernung von dem Knorpelrande als eine anfangs dünne, glänzende, stark lichtbrechende Lamelle auf, in welcher schon die eigenthümlichen, strahligen Formen der Knochenkörperchen zu bemerken sind. Wo dieses Gewebe sich anlagert, waren früher immer Osteoblasten angelagert, und wie früher die Balkenreste des verkalkten Knorpels, so ist auch später das an dieselben angelagerte junge Knochengewebe an seiner Oberfläche wieder von einer Schichte von Osteoblasten bedeckt und dadurch von dem Mark geschieden.

Alle bisher beschriebenen Einzelnheiten lassen sich, ausgenommen die wie schon erwähnt, früher angenommene Beziehung der Knorpelzellen zum Mark vollkommen sicher verfolgen.

Schwieriger zu ermitteln ist das Verhältniss der Osteoblasten zum neugebildeten Knochengewebe.

Gegenbaur lässt die Osteoblasten ein erhärtendes Secret bilden, in welches die Osteoblasten selbst nach und nach als strahlige Knochenkörperchen eingeschlossen werden. Waldeyer hat auf die Schwierigkeiten dieser Erklärungsweise aufmerksam gemacht und zu zeigen gesucht, dass die Osteoblasten selbst schichtweise, während sie ebenso vom Mark aus immer neu differenzirt werden, in das Knochengewebe umgewandelt werden. Zu dem Ende sollen die Osteoblasten ein mehr glattes und homogenes Ansehen gewinnen und unter gleichzeitigem Verschmelzen und Verschwinden ihrer Kerne zur Knochengrundsubstanz erhärten, während bei einzelnen derselben nur die Aussenschichte in diese Verschmelzung und Erhärtung mit einbezogen wird, der innere Theil aber mit dem Kern, als die in die strahlige Höhlung eingeschlossene Knochenzelle, zurückbleibt. Die letztere Auffassung entspricht den zu beobachtenden Thatsachen in viel höherem Grade.

Ehe aber hier weiter darauf eingegangen wird, soll gezeigt werden, dass die Bildung des Knochengewebes beim periostalen Wachsthum und bei der Entstehung der Deckknochen unter Modalitäten erfolgt, die uns auf die wesentlichen Thatsachen, welche wir bei der intracartilaginösen Knochenentwicklung kennen gelernt haben, zurückführen werden.

In Bezug auf die letztere sei noch bemerkt, dass der obigen Darstellung zunächst menschliche Embryonen zu Grunde liegen, dass aber bei Thieren nicht dem Wesen nach davon Abweichendes beobachtet wurde.

Wir haben mit den Vorgängen am Ossificationsrande der Diaphysen zugleich die Vorgänge kennen gelernt, welche das Längenwachsthum der Röhrenknochen bedingen.

Das Dickenwachsthum ist abhängig von den nun zu beschreibenden Vorgängen. Nachdem schon Grew[1] und Havers[2] von einer Auflagerung neuer Knochensubstanz auf die bereits Gebildete vom Periost aus gesprochen hatten,

1) Engl. Academie 1681.
2) Osteologia etc. Frankfurt u. Leipzig 1692.

ist durch die Versuche von du Hamel[1] dieselbe zu allgemeinerer Anerkennung gelangt.

Bei der Entwicklung der Röhrenknochen geht die periostale Knochenbildung sogar der intracartilaginösen voraus, es erscheint dann der Knorpel oder der von Kanälen durchzogene und verkalkte, im Vorbereitungsstadium zur intracartilaginösen Verknöcherung befindliche Knorpel in eine Röhre von Knochengewebe eingeschlossen (Duges, Rathke, Bruch, Reichert, H. Müller[2]). Bei gewissen Thieren kommt es dann im Mittelstück des Knochens nur zu einem Ersatz des Knorpels durch Mark, während bei anderen Thieren und gegen die Apophysen der Knochen der Ersteren hin spärliche intracartilaginöse Knochenbälkchen sich ausbilden, die sich an die periostale Röhre anschliessen. In einzelnen Fällen, z. B. auf dem Durchschnitte von Röhrenknochen der Extremitäten des Proteus findet man auch bei ausgewachsenen Exemplaren, die aus wenigen periostalen Lamellen bestehende Knochenröhre noch von verkalktem echten Knorpel ausgefüllt.

Ein leichtverständliches Schema für die Concurrenz der periostalen und intracartilaginösen Knochenbildung bei der Entstehung der Röhrenknochen der höheren Wirbelthiere ist nach H. Meyer[3] in der nebenstehenden Figur 14 entworfen. *a b c* bedeutet darin den Knochen eines Neugeborenen, *A b C* die Form, welche der Knochen des Erwachsenen durch intracartilaginöses Längenwachsthum gewann; dazu kommen die periostalen Auflagerungen *p*.

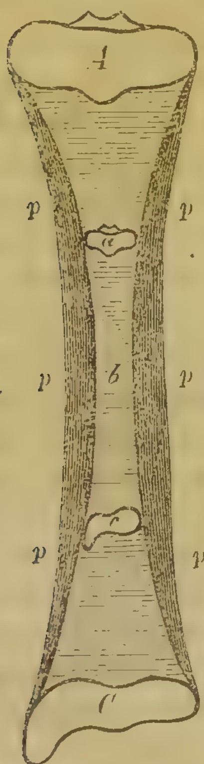


Fig. 14.

Die knochenbildende Thätigkeit des Periostes bedingt es auch, dass eine Reproduction der Knochen erfolgt, wenn die letzteren aus ihrem Periost geschält und resecirt werden (Heine[4] und viele Neuere). Ferner beruhen darauf die osteoplastischen Vorgänge, welche beobachtet werden bei der Transplantation ausgeschnittener Periostlappen, die namentlich bei jüngeren Individuen, in geringerem Maasse bei Erwachsenen zu Knochenneubildungen führen (Ollier[5]).

Was die eigentlichen histologischen Vorgänge bei der periostalen Knochenentwicklung betrifft, so wurden dieselben vorzüglich von Virchow, neuestens von Gegenbaur, Waldeyer und Landois an den angeführten Orten beleuchtet. Sie sind einfacher bei Thieren, bei welchen es nur zur Auflagerung umfassender Lamellen kommt, complicirter, wenn sich gleichzeitig Haversi'sche Kanälchen und ihre concentrischen Lamellensysteme entwickeln.

Wir wollen die Vorgänge im letzteren Falle zunächst an einem Beispiele erläutern. Dazu diene uns der Querschnitt durch einen

1) Mém. de l'Acad. de Paris 1742 p. 354, 1743 p. 87, 111 u. 288.
2) l. c. p. 193. 3) Müller's Archiv 1849 p. 292. 4) Gräfe und Walther's Journal 1839 p. 513. 5) Journal de la Physiologie T. II p. 1 u. 169.

mit seinem Periost überzogenen Vorderarmknochen des menschlichen Embryo im Alter von fünf Monaten (Fig. 15). Man erhält von demselben bei schwacher Vergrösserung das sehr prägnante Bild, welches die Figur 15 schematisch wiedergiebt. Das Schematische der Abbildung betrifft aber nur die in die Figur eingezeichneten Gewebeelemente. Die Dimensionen der gegen einander abgegrenzten Schichten sind richtig gezeichnet.

Man sieht zunächst nach aussen als erste Schichte des Periostes eine mehr gleichförmig und glatt aussehende Schichte. Dieselbe besteht, wie eine gesonderte Untersuchung derselben bei starker Vergrösserung lehrt, aus sich kreuzenden Bündeln fibrillären Bindegewebes, die auf dem Schnitt in verschiedener Richtung getroffen erscheinen. Zwischen die Fibrillen der Bündel sind Spindelzellen mit verlängerten Kernen eingestreut.

Auf diese äussere Schichte des Periostes folgt eine ziemlich breite innere Schichte *b* (Cambium), (Billroth[1]), die bei schwacher Vergrösserung von der vorhergehenden sich dadurch auszeichnet, dass sie durch eine grosse Anzahl kleiner runder Formelemente, welche in die Maschen eines feinen Netzes eingebettet erscheinen, ein körniges Ansehen gewinnt. Untersucht man diese Schichte gesondert bei starker Vergrösserung und verbindet man damit auch die Untersuchung zerzupfter und gepinselter Präparate, so bemerkt man zunächst, dass das körnige Ansehen von kleinen rundlichen, mit Kernen versehenen Zellen herrührt. Diese Zellen senden aber an ihrer Peripherie feine Ausläufer in wechselnder Anzahl aus, welche sich an das Reticulum anlegen. Das letztere selbst hat einen schwer zu entwirrenden Bau. Man findet in demselben nicht so ausgebildete Sternzellen, wie etwa im Reticulum der Lymphdrüsen, sondern abgeplattete in dem dem Kern zunächst liegenden Theile fein granulirte Zellen, die an verschiedenen Stellen, oft nur an zwei gegenüberliegenden Seiten, lange homogen erscheinende Fortsätze aussenden. Sehr häufig gehen die isolirten Zellen an ihrer Peripherie selbst in flügelförmig daranhängende feine Bälkchengitter über, die sich an die andern das Reticulum durchziehenden feinen glatten Faserbalken anschliessen.



Fig. 15. Querschnitt durch einen Vorderarmknochen des menschl. Embryo von fünf Monaten (halb schematisch).

[1]) Archiv für klinische Chirurgie Bd. VI p. 723.

Auf die beschriebene zweite Schichte des Periostes folgt nach innen eine dritte Schichte, *c*, welche grosse granulirte Zellen enthält, die den früher beschriebenen Osteoblasten vollständig gleichen und im Zusammenhang gesehen einen ähnlichen epithelartigen Beleg der an das Periost grenzenden Knochenbälkchen formiren. Auf Zerzupfungspräparaten überzeugt man sich, dass diese anscheinend runden Zellen auch hier mit zahlreichen feinen glatten Ausläufern versehen sind, welche sich einerseits in das früher beschriebene Reticulum hinein erstrecken, oder andrerseits an der Oberfläche des Knochens hinlaufen, oder aber es sind die Ausläufer gerade gegen die Oberfläche des Knochens gerichtet und gehen in die Substanz desselben ohne Unterbrechung über. Der Zellenbeleg der Knochenbälkchen ist ferner nicht continuirlich, denn zwischen die einzelnen granulirten Körper der Osteoblasten dringen auch die Fortsätze des früher beschriebenen Reticulum etwas verbreitert gegen die Oberfläche des Knochens direct vor und gehen auch ihrerseits ohne sichtbare Grenze in die Grundsubstanz desselben über. Entsprechend dem grösseren Körper der Osteoblasten sind die Maschenräume des Reticulum am Knochen ebenfalls vergrössert.

So gestalten sich die Verhältnisse, wenn man eine Stelle des Durchschnittes betrachtet, wo fertiger Knochen, Osteoblastenschichte, kleinzellige und fibrilläre Schichte des Periostes als parallele Züge unmittelbar aufeinander folgen.

Das letztere ist aber nur an einzelnen Stellen der Fall.

Die äussere Form unseres Durchschnittes Fig. 15 wird nämlich nur durch die äussere und innere Grenze des fibrillären Theiles des Periostes nachgeahmt. Die Oberfläche des allseitig mit Osteoblasten belegten Knochens dagegen ist eine unregelmässig buchtige und zackige, indem die bogenförmigen Begrenzungsstücke der im Knochen befindlichen Hohlräume gegen das Periost vorspringen. Ueber die schon aus fertigem Knochengewebe gebildeten Bogen springen aber noch andere Bogen vor, die aus Osteoblasten allein bestehen und die mit den die Knochenbalken überkleidenden Osteoblasten direct zusammenhängen. Die letzteren Bogen sind nach aussen vollständig geschlossen und stellen völlig differenzirte Osteoblastenringe dar, oder aber es erheben sich nur zwei gegeneinander geneigte Bogenschenkel als die Anlage eines künftigen Ringes. Diese Bogenschenkel umfassen dann eine Partie der früher beschriebenen kleinzelligen zweiten Schichte des Periostes, welche durch die Lücke zwischen den Bogenschenkeln mit jener Schichte direct zusammenhängt und anfangs ganz dasselbe Verhalten zeigt wie jene. Wir haben damit die erste Anlage der Havers i'schen Systeme und Kanäle und des anfangs in den letzteren enthaltenen Markes kennen gelernt. Es lassen sich von aussen nach innen alle Uebergänge von den ersten Anlagen zu den vorspringenden Osteoblastenbögen, zu den vorerst nur durch eine Osteoblastenlage geschlossenen und vom Knochen sich erhebenden Bogenschenkeln, bis zu den vollständig geschlossenen Knochenlamellen verfolgen. Alle diese neugebildeten Knochenringe und Bogen sind aber an ihrer inneren Oberfläche wieder mit Osteoblasten

belegt und ebenso aussen überall dort, wo sie an das Periost stossen. Das von den neugebildeten Knochenbögen umschlossene Gewebe wird bald etwas heller, es tritt eine reichliche Gefässneubildung in demselben ein und es enthält dann kleine rundliche Zellkörper, die granulirt erscheinen und hellere gestreckte Spindelzellen, wie solche im jungen Bindegewebe anzutreffen sind. In der an unserem Beispiel erläuterten Weise lässt sich auch in späteren Entwicklungsstadien während der Dauer des Dickenwachsthums eines Knochens der Process der Anbildung verfolgen.

Da sich in den Röhrenknochen secundär die grosse Markhöhle ausbildet, wobei ein grosser Theil des intracartilaginös entstandenen Knochens wieder resorbirt wird, so findet man im erwachsenen Knochen die Markhöhle in dem mittleren Theile der Röhre meistens nur noch von den auf periostale Osteogenese zurückzuführenden umfassenden — Schalt- oder Haversi'schen Systemen begrenzt.

Wie für die intracartilaginöse Knochenentwicklung lässt sich also auch für die periostale eine zusammenhängende Schicht von Osteoblasten als der unmittelbare Vorläufer des Knochengewebes nachweisen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass man auf Querschnitten wie dem früher beschriebenen, durch alle Schichten des Periostes hindurch von der äusseren Schichte bis zu den Knochenbalken hin stärkere Faserzüge von radiärem Verlauf verfolgen kann, die in die Bündel der äusseren Schichte des Periostes übergehen, von der Differenzirung der Osteoblastenringe und -Bogen ganz unabhängig erscheinen, und als die Anlage der Sharpey'schen durchbohrenden Fasern anzusehen sind.

Untersucht man den Längsschnitt eines Röhrenknochens von einem ausgetragenen Embryo oder von Kindern in dem frühesten Lebensalter, wie früher den Querschnitt, so sieht man auf lange Strecken hin im Periost nahe der Knochenoberfläche in die kleinzellige Schichte des Periostes streifenförmig eingebettet ein in der Längenrichtung verlaufendes differenzirtes Osteoblastenlager, Verhältnisse, welche die Vorgänge weniger gut veranschaulichen, als Querschnitte, ja erst durch Vergleichung mit den letzteren ihre Erklärung finden. Man wird aber durch das Bild solcher Längsschnitte sehr erinnert an Bilder, welche man von der gleich zu erwähnenden ersten Entwicklung der sogenannten Deckknochen erhält.

Was nun die Knochenentwicklung bei der Bildung der Deckknochen, die sogenannte intermembranöse Knochenbildung betrifft, so wurde dieselbe zuerst von Nesbitt [1], dann von Sharpey [2] von der intracartilaginösen unterschieden. Von Kölliker wurde darauf der von Sharpey beschriebene Verlauf der intermembranösen Verknöcherung bestätigt und fanden des Ersteren Darstellungen dadurch allgemeine Anerkennung. Ueber die feineren De-

1) Osteogenie oder Abhandlung von der Erzeugung der Knochen im menschlichen Körper, übersetzt von J. C. Greding. Altenburg 1753.

2) Quain's Anatomy edited by Mr. Quain and Sharpey. 5. Bd.

tails bei dieser Art der Knochenentwicklung liegen an neueren Angaben solche von Lieberkühn[1] und von Waldeyer[2] vor.

Intermembranös entstehen die Schuppe des Hinterhauptbeines, die Scheitelbeine, das Stirnbein, die Schuppen der Schläfenbeine, die Schaltknochen der Schädelnähte, die Gesichtsknochen. Auch das Schlüsselbein wurde darunter angeführt (Nesbitt, Bruch), aber mit Unrecht (H. Müller[3], Gegenbaur[4]). Die Entwicklung der nicht knorpelig präformirten Knochen geht ebenfalls von einem oder einer beschränkten Anzahl von Puncten aus. Das Gewebe, in welchem die erste Anlage dieser Knochen entsteht, zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem Gewebe, welches wir früher als zweite Schichte des Periostes oder im Innern der differenzirten Osteoblastenringe als junges Mark kennen gelernt haben. Aus diesem Gewebe differenziren sich zunächst an dem Puncte, von welchem die Verknöcherung ausgeht, anfangs dünne und schmale Balken, die sich netzförmig verbinden, und diese Differenzirung schreitet in radiärer Richtung weiter. Die von den anastomosirenden Balken umschlossenen Maschenräume sind an der Peripherie weiter als dort, wo das Netz zuerst auftrat. Gegen den Rand sind auch die Balken desselben dünner und spitzen sich zu feinen, peripherisch und in radiärer Richtung verlaufenden Ausläufern zu. In der Ordnung, in welcher die Balken sich differenzirten, nehmen sie später Kalksalze auf und verwandeln sich in Knochensubstanz. Untersucht man einen solchen noch nicht verknöcherten Balken, so sieht man, dass derselbe aus mannichfach, vorzugsweise in der Längenrichtung des Balkens ausgewachsenen Zellen besteht. Diese Zellen erscheinen in ihrem dickeren mittleren Theil stark granulirt und enthalten einen runden Kern. Sie gleichen den an anderen Orten vorkommenden Osteoblasten, sind aber eben mehr in einseitiger Richtung entwickelt. Zwischen den mit ihren Fortsätzen ineinander geschobenen Zellen ziehen einzeln oder in schmalen Zügen Fasern hindurch, an welche sich die Fortsätze jener Zellen anlegen, so dass der ganze Balken das Aussehen von Bindegewebe in einem bestimmten Stadium seiner Entwicklung gewinnt. Gerade an diesen faserig zellig erscheinenden ersten Anlagen für die secundären Knochen lässt sich auf Zerzupfungspräparaten auf das schönste verfolgen, wie die ganze Anlage verkalkt und den Charakter des Knochengewebes gewinnt. Jeder neu ausgebildete Knochenbalken ist an seiner Oberfläche wieder mit einer Schichte von Osteoblasten bedeckt und je dicker die Knochenbalken werden, um so mehr nimmt die sie bedeckende Osteoblastenschichte den Charakter des epitheliumartigen Beleges an (Fig. 16), welcher dieselbe in den primären Markräumen der Röhrenknochen oder in den Anlagen für die Haversi'schen Kanäle auszeichnet.

Die von verschiedenen Ossificationspunkten ausgegangenen Balken eines secundären Knochens vereinigen sich später mit einander. Es bilden sich

1) Reichert und du Bois' Archiv 1864 p. 610. 2) l. c. p. 368.
3) l. c. p. 201. 4) Jenaische Zeitschrift 1864 p. 1.

breitere, der Oberfläche des Knochens parallele Querbalken aus und es lagern sich neue Schichten, durch welche der Knochen sich verdickt, wie beim periostalen Wachsthum der knorpelig präformirten Knochen an.

Wenn man also die drei früher genannten Entstehungsweisen des Knochengewebes verfolgt, so trifft man überall nur auf graduelle Verschiedenheiten. Für die intracartilaginöse Knochenentwicklung fällt durch die vom Anfange vorhandene Substitution des Knorpels durch ein neugebildetes und später sklerosirendes Gewebe die Schwierigkeit weg, auf welche früher, als man die Imprägnation des Knorpels mit Kalksalzen als ein Hauptmoment der Knochenentwicklung ansah, die Erklärung der molekularen Verschiedenheit der Grundsubstanz des Knorpels und der organischen Grundsubstanz des Knochens stiess.

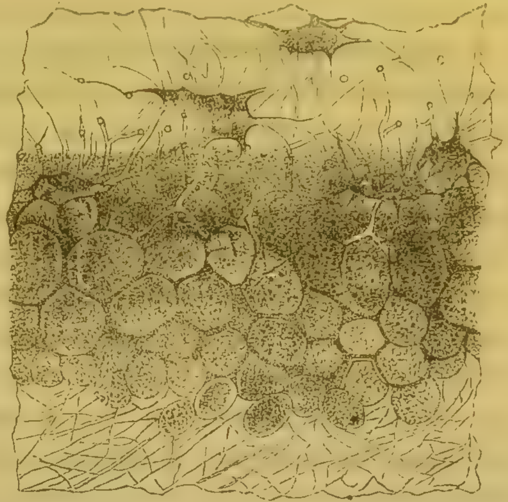


Fig. 16. Knochenbalken mit Osteoblastenbeleg aus dem Scheitelbein eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo.

Es findet ferner eine völlige Uebereinstimmung zwischen der Entstehung der ersten Anlagen echter Knochensubstanz statt und der Entwicklung der als Anlagerung an die ersteren entstehenden Wachsthumsschichten. In Bezug auf die letzteren ergiebt sich, dass sie nur theilweise centrifugal erfolgen und zu einer Formveränderung des Knochens führen, zum grossen Theile erfolgen sie centripetal nach Höhlungen hin, welche gleich von den ersten Anlagen umgrenzt wurden und führen wahrscheinlich immer nur zu einer wechselweise bedingten Zu- und Abnahme der in einem bestimmten Volumen enthaltenen sklerosirten und weichen Gebilde.

Mikroskopische Erfahrungen, welche dafür sprechen würden, dass bei einmal gebildetem Knochengewebe ein Wachsthum durch Intussusception stattfinden könne, liegen nicht vor. Die in dieser Beziehung angestellten makroskopischen Versuche sind vieldeutig. Es sei hier nur angedeutet, dass in neuerer Zeit wider den bekannten und gegen ein interstitielles Knochenwachsthum sprechenden Versuch Hunter's, dem zufolge zwei in die Diaphyse eines jungen Thierknochens gemachte Bohrlöcher nicht weiter auseinanderrücken sollen, auch Einwendungen erhoben wurden.

Wir sahen bei unseren mikroskopischen Untersuchungen centrifugale und centripetale Apposition sich auf mannichfaltige Weise compliciren, so bei der früher geschilderten periostalen Entwicklung complicirter gebauter Röhrenknochen, bei welchen die Schalt- und umfassenden Lamellen wenigstens zum grössten Theil und die äussersten Haversi'schen Lamellen sichtlich durch centrifugale, die inneren Haversi'schen Lamellen durch centripetale Apposition entstehen.

Werden in Wachsthum begriffene Knochen mit Chromsäure entkalkt und daraus Durchschnitte angefertigt, oder werden in Müller'sche Flüssigkeit eingelegte Knochen, die noch nicht schneidbar geworden, mit dieser Flüssigkeit geschliffen und dann mit Carmin behandelt, so färben sich die Osteoblastenschichten und die daranstossende jüngste Knochenschicht sehr intensiv roth, während das übrige Knochengewebe bis auf die Körperchen ungefärbt bleibt. Man erhält Bilder, wie sie ähnlich von den Knochen nur kurze Zeit mit Krapp gefütterter Thiere beschrieben und abgebildet (s. z. B. Tomes und Hassall[1] werden.

Bekanntlich hat man aus der nach solchen Fütterungsversuchen auftretenden schichtweisen Färbung der Knochen unter der Voraussetzung, dass der während einer Fütterungsperiode von der Färbung betroffene Knochen der zu dieser Zeit jüngstgebildete sei, Schlüsse über Resorptions- und Regenerationsprocesse im Knochengewebe zu ziehen gesucht.

Es ist sehr anerkennenswerth, dass man die zuerst von du Hamel[2], später von Flourens[3] angestellten Fütterungsversuche, die zu einer Zeit, wo man noch sehr wenig über die histologischen Vorgänge bei der Knochenentwicklung wusste, durch Gibson[4] sicher mit Unrecht in Misscredit kamen, in neuerer Zeit wieder aufgenommen hat (Lieberkühn). Sie sollten mit Bezug auf die erwähnte Analogie und die feineren histologischen Verhältnisse bei der Bildung und Resorption von Knochengewebe noch einer umfassenderen Prüfung unterzogen werden.

Erfüllung der Knochenhohlräume. Das Mark, welches die Hohlräume der ausgewachsenen Knochen ausfüllt, bildet in den grossen Markräumen namentlich der langen Knochen, ein zartes, von Gefässen und zahlreichen Fettzellen durchsetztes Bindegewebe, den letzteren verdankt es seine gelbliche Farbe (gelbes Mark). Dieses Fettmark darf natürlich mit dem früher beschriebenen jungen Mark der sich bildenden Knochen nicht auf dieselbe Stufe gestellt werden. Es stellt selbst ein in anderer Richtung vorgeschrittenes Entwicklungsstadium des Ersteren dar und es ist nicht gerechtfertigt, die osteogene Thätigkeit, welche man an diesem wahrnimmt, a priori auch bei jenem zu vermuthen. In den Markräumen der spongiösen Substanz dagegen erscheint eine gewöhnlich mit strotzend erfüllten Blutgefässen zur Beobachtung kommende röthliche Masse (rothes Mark), welche nur wenig Fettzellen, dafür aber eine grosse Menge granulirter Zellen enthält, welche den im embryonalen Mark vorkommenden sich ähnlich verhalten. Den Zellen des Knochenmarkes kommen amöboide Bewegungen zu, wie den farblosen Blutzellen (Bizzozero, Rovida[5]). An den letzteren Orten erscheinen auch vorzugsweise

---

1) l. c. Taf. XXX Fig. 6. 2) Mémoires de l'Académie de Paris 1742 p. 354. 1743 p. 138. 3) Annal. des Scienc. natur. Série 2. XIII. p. 103. 4) Meckel's Archiv Bd. IV p. 482. 5) Wiener Sitzungsber. Bd. 56 p. 608 und Centralblatt für die med. Wissensch. 1868 p. 245.

die grossen vielkernigen Protoplasmamassen, welche Robin[1] als Myeloplaxen beschrieben hat, sie finden sich im allgemeinen besonders in den äusseren Schichten der die Knochenräume nachahmenden Markmassen. Bredichin[2] meint, dass die Riesenzellen (Myeloplaxes) aus dem Knochengewebe selbst, d. i. aus den Knochenzellen bei gleichzeitiger Resorption der Grundsubstanz hervorgehen und dass diese Umwandlung mit der Bildung der Markkanäle während des Wachsthums des Knochens im Zusammenhang stehe. Wie die wechselnd grossen Markräume der Knochen miteinander im Zusammenhange stehen, gehen auch das gelbe und rothe Mark allmählich ineinander über.

Im Vogelskelette enthalten viele Knochenhöhlen, welche mit Mark gefüllten Knochenhöhlen anderer Thiere morphologisch vergleichbar sind, an Stelle des Markes Luft.

---

1) Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1864 p. 88. Pl. I, II, III.
2) Centralblatt für die med. Wissenschaft 1867 p. 563, vorläufige Mittheilung.

Capitel III.

Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems.

Von

Max Schultze.

Die Structurelemente des Nervensystems sind im Allgemeinen dreierlei verschiedener Art. Der Nervenleitung dienen die Nervenfasern, welche die Nervenstränge oder die Nerven schlechtweg zusammensetzen, aber auch einen wesentlichen Theil der Substanz der Centralorgane ausmachen. An dem peripherischen Ende der meisten derselben befinden sich specifische Endorgane. Diese stellen das zweite Structurelement des Nervensystems dar. Drittens ist auch der Anfang jeder Nervenfaser in den Centralorganen durch besondere Elementartheile bezeichnet. Es sind dies die sogenannten Ganglienzellen. Hiernach gliedert sich unsere Aufgabe in die Lehre

1. Von den Nervenfasern,
2. Von den peripherischen Endorganen der Nerven,
3. Von den centralen Anfängen der Nervenfasern.

1. Von den Nervenfasern.

Die Nervenfasern bilden den Hauptbestandtheil aller Nerven, in denen sie mit Bindegewebe und Blutgefässen gemischt sind und stellen ferner einen sehr wesentlichen Theil der Centralorgane dar, indem sie die weisse Substanz derselben fast ausschliesslich zusammensetzen, aber auch einen ansehnlichen Raum in der grauen Substanz einnehmen. Dieselben sind zum Theil sehr einfache, zum Theil sehr zusammengesetzte Gebilde, danach giebt es sehr verschiedene Arten derselben. Die einfachste Form stellen die Nervenprimitivfibrillen dar. Als solche bezeichne ich die an der Grenze der mikrometrischen Messbarkeit liegenden feinen Fäserchen, welche erst bei starker, 500—800maliger Linearvergrösserung deutlich erkannt werden und massenhaft in den Centralorganen und in der Nähe der peripherischen Endigung

der Nerven vorkommen. Es sind Fäden, an denen das Mikroskop eine innere Structur nicht mehr nachweist. Ihre Natur als Nervenfasern ist durch ihren Zusammenhang mit Ganglienzellen und durch den Nachweis ihres Hervorgehens aus dickeren Nervenfasern ausser Zweifel gesetzt. Sie sind im frischen Zustande ausserordentlich schwer, nach vorgängiger sehr vorsichtiger Erhärtung leichter isolirbar. Wässerige Lösungen verschiedener Salze und der Chromsäure oder Ueberosmiumsäure bestimmter Concentrationen bewirken neben der Erhärtung in den ersten Stunden öfter ein partielles Aufquellen der Fäserchen, durch welches sich Varicositäten derselben ausbilden, welche mehr oder minder regelmässig spindelförmig gestaltet sind, bei stärkerer Quellung an Zahl und Grösse zunehmen, bis unter dieser Quellung die Faser unkenntlich wird und ganz zu Grunde geht.

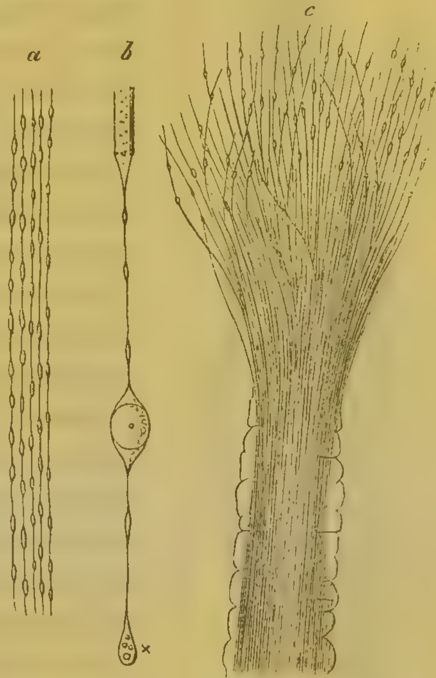


Fig. 17. Primitivfibrillen, *a* aus der Nervenfaserschicht der Retina, *b* aus der äussern Körnerschicht der Retina, bei × eine grössere durch starke Quellung entstandene Varicosität; *c* aus der Nasengrube des Hechtes, hier löst sich ein dickes, in eine Scheide eingeschlossenes Nervenstämmchen in Fibrillen auf.

Eine zweite in den Centralorganen sehr verbreitete Faserart ist von der ersteren wesentlich durch die ansehnlichere Dicke unterschieden. Es sind wiederum sehr zarte, äusserst vergängliche und im frischen Zustande nur auf kürzere Strecken isolirbare durchsichtige Fasern eiweissartiger Natur. Ihre Dicke ist sehr verschieden und kann mehrere Mikromillimeter betragen. Es sind im Allgemeinen diejenigen Fasern, welche man als nackte Axencylinder zu bezeichnen pflegt. Je dicker sie sind, um so deutlicher lässt sich in ihnen eine Structur erkennen. Diese stellt sich als eine mehr oder minder deutliche Längsstreifung dar, herrührend von einer faserigen Differenzirung und der Anwesenheit einer wahrscheinlich interfibrillären feinkörnigen Substanz. Am deutlichsten ist die Zusammensetzung aus Fibrillen an den dicken verästelten Fortsätzen grösserer centraler Ganglienzellen, welche Deiters Protoplasmafortsätze zu nennen vorschlug, welchen Namen ich in den der verästelten Fortsätze umwandelte[1]. Aber auch die Axencylinderfortsätze eben dieser Ganglienzellen und andere Fasern der Centralorgane des Nervensystems, welche gemeinhin als nackte Axencylinder bezeichnet werden und

[1] Vergl. Deiters' Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig 1865, und meine Vorrede zu diesem Buche pag. XV—XVII.

unverästelt über weite Strecken verlaufen, sind oft von deutlich fibrillärer Structur. Ihre Zusammensetzung aus einzelnen Fibrillen ist am deutlichsten an ihrem Ursprunge aus Ganglienzellen, wie in Figur 18 bei ××. Ich nenne diese zweite Faserart Primitivfibrillenbündel.



Fig. 18. Axencylinder von fibrillärer Structur. *a* oben bei ×× aus einer Ganglienzelle entspringend, bei *a'* in die Markscheide eintretend; *b* nackter Axencylinder aus dem Rückenmark vom Rind, künstlich aus der Markscheide isolirt.

Beiderlei Faserarten, die Primitivfibrillen und die Fibrillenbündel können eine Markscheide auf ihrer Oberfläche erhalten, wie in beistehender Figur bei *a'*; dadurch werden sie zu einer dritten Art von Nervenfasern, zu markhaltigen. Die markhaltigen Nervenfasern bestehen demnach wesentlich aus zwei Bestandtheilen, einer Rinde oder Scheide von Nervenmark und einem Axenfaden oder Axencylinder, welcher entweder eine Primitivfibrille oder ein Fibrillenbündel ist. Die Markscheide umhüllt den Axencylinder als dickere oder dünnere Rinde und besteht aus einer ölartigen, protagonhaltigen, stark Licht brechenden Substanz. Sie giebt den Nervenfasern dunkle glänzende Ränder, welche sehr charakteristisch sind. Bei der grossen Zartheit des Axencylinders und der fast flüssigen Beschaffenheit des Nervenmarks kann die Consistenz der markhaltigen Fasern keine grosse sein. In der That sind die Schwierigkeiten der Isolirung markhaltiger Fasern der Centralorgane fast eben so gross, wie die nackter Axencylinder. Die Isolirung unveränderter frischer markhaltiger Fasern aus der grauen und weissen Substanz des Gehirns und Rückenmarks gelingt nur auf kurze Strecken. Die Fasern zerreissen unter Anwendung der Präparirnadeln gewöhnlich in kurze Stücke durch Druck, Zerrung und Quetschung, ferner durch Quellung. In der wenn auch möglichst indifferent gewählten Flüssigkeit verändern sich diese Faserbruchstücke sehr schnell und auffallend, indem sich Wülste und Knoten an ihrer Oberfläche einstellen (siehe Figur 19), hier und da regelmässig perlschnurförmige Verdickungen, meist jedoch unregelmässige Varicositäten ausbilden, welche solchen Fasern ein sehr charakteristisches Ansehen geben. Dabei lösen sich viele kugelige und wurstförmig gebogene Massen des Nervenmarkes oder der ganzen weichen Faser ab und schwimmen als sogenannte Myelintropfen frei in der Flüssigkeit des Präparates umher (*b'*).

Das Nervenmark, namentlich wo es in etwas dickerer Schicht den Axencylinder umgiebt, verändert sich nach dem Tode, wie man annimmt, durch Gerinnung, zu einer körnig trüben Masse. Jedenfalls bilden sich in ihm von der Oberfläche nach innen fortschreitend Veränderungen aus, welche die Homogenität der Masse aufheben und die ursprünglich glasartig durchsichtige glänzende Faser in eigenthümlicher Weise umwandeln (siehe Holzschnitt 20 *d*), was durch Wasserzusatz beschleunigt wird, während bei Aufbewahrung in Jodserum das Nervenmark sich viele Stunden unverändert erhalten kann. Auch durch Einlegen in Lösungen von Ueberosmiumsäure kann die sogenannte Gerinnung des Nervenmarkes verhindert werden. Dasselbe färbt sich in dieser Flüssigkeit sehr schnell dintenschwarz.

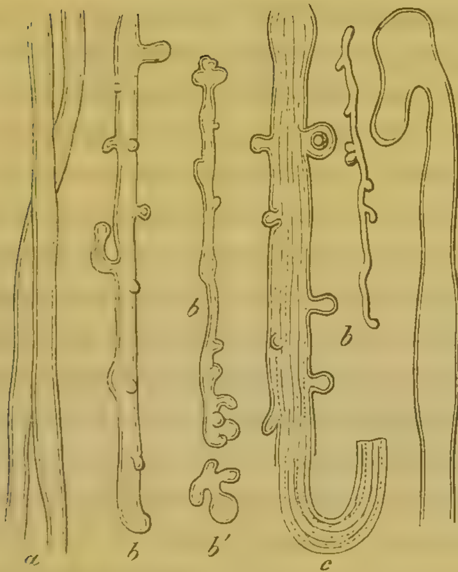


Fig. 19. Markhaltige Nervenfasern ohne Schwann'sche Scheide, aus dem Rückenmark frisch; *a* zwei unveränderte Fasern; *bbb* Fasern, bei denen das Nervenmark in unregelmässigen Tropfen auf der Oberfläche hervorgequollen ist; *b'* ein abgelöster derartiger Tropfen (sog. Myelintropfen); *c* Axencylinder aus der Markscheide hervorragend.

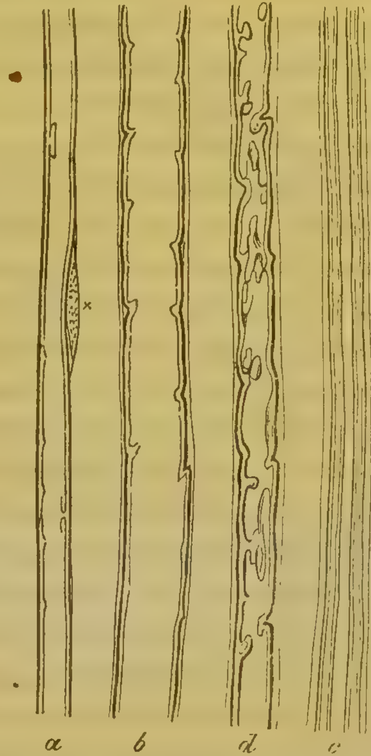


Fig. 20. Markhaltige Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide frisch. *a* mit einem Kern in der Scheide bei ×; *b* sehr breit, *c* zwei feine dicht neben einander, *d* durch Zerrung so verändert, dass das Nervenmark sogenannte Gerinnungsfiguren zeigt. Aus dem plexus lumbalis des Frosches.

Die markhaltigen Fasern der Centralorgane sind in eine äusserst feinmaschige, zähe, spongiöse Bindesubstanz eingebettet, deren eigenthümliche Consistenz die Fasern trotz ihrer Weichheit und des Mangels besonderer schützender Hüllen vor Veränderung bewahrt. Die markhaltigen Nervenfasern der peripherischen Nerven dagegen mit einziger Ausnahme vielleicht des Nervus opticus und acusticus besitzen ausserhalb ihrer Markscheide eine jede eine

besondere bindegewebige Hülle, die sogenannte Schwann'sche Scheide. Diese ist entweder eine structurlose, glashelle, zarte Haut, von ähnlicher Consistenz und chemischer Beschaffenheit, wie das Sarkolemma der Muskelfasern, oder besteht aus mehrfachen Lagen fibrillären Bindegewebes. Ebenso wie bei jenem kommen auch in ihr in gewissen Abständen Kerne eingebettet vor. Ist die Haut sehr dünn, so wird das Aussehen der markhaltigen Nervenfasern durch ihre Anwesenheit kaum verändert. Der glänzende Aussenrand der Markscheide macht die Wahrnehmung einer verschwindend dünnen, schwach Licht brechenden Schwann'schen Scheide fast unmöglich. Aber die Festigkeit der einzelnen Nervenfasern wird durch diese Scheide ausserordentlich erhöht und die leichte Isolirbarkeit der Fasern auf längere Strecken, wie sie bei peripherischen Nerven möglich ist, beruht wesentlich auf der Anwesenheit dieser Scheide. Sie verhindert auch das Hervorquellen des Nervenmarkes in der Continuität der Faser, also die Bildung von Varicositäten der Oberfläche, wie sie für die markhaltigen Fasern der Centralorgane charakteristisch sind (Fig. 19). Der ausserordentliche Unterschied in der Consistenz und im Aussehen centraler und peripherischer markhaltiger Fasern bei gleicher Dicke und gleicher Zusammensetzung aus Nervenmark und Axencylinder ist wesentlich auf die An- oder Abwesenheit der Schwann'schen Scheide zu beziehen. In einzelnen Fällen findet man die Scheide messbar dick, so z. B. bei isolirt verlaufenden Nervenfasern im Mesenterium des Frosches oder noch dicker in den elektrischen Organen von Torpedo [1], ja sie kann aus vielen ineinander geschachtelten Röhren bestehen, wie bei der zu den elektrischen Organen des Zitterwelses (Malapterurus) ziehenden Nervenfaser, welche die Dicke einer Stricknadel besitzt und doch nur eine einzige markhaltige Primitivfaser enthält [2]. In diesen Fällen sind auch die Kerne in der Scheide viel deutlicher. Ist die Scheide sehr dünn, so gelingt es im frischen Zustande nur an abgerissenen Enden der Fasern, ihrer auf kurze Strecken ansichtig zu werden. Zersetzung und Entfernung des Nervenmarkes durch Fäulniss oder eingreifende Reagentien (concentrirte Säuren, Alkohol und Aether zur Entfernung des Fettes der Markscheide) sind dann die einzigen Mittel, die Schwann'sche Scheide deutlicher zu demonstriren.

Ebenso wie eine zarte Schwann'sche Scheide auf der Oberfläche des Nervenmarkes im frischen Zustande der Nervenfaser kaum wahrnehmbar ist, so lässt sich auch der Axencylinder innerhalb der frischen Markscheide nur schwer erkennen. Die Glanzlinien, welche die stark Licht brechende Substanz der letzteren nach aussen begrenzen und die Schnörkellinien, welche die allmählich vorschreitende Gerinnung im Innern des Nervenmarkes erzeugt, lassen es gewöhnlich nicht zu, den Unterschied in der Lichtbrechung zwischen Axencylinder und Nervenmark wahrzunehmen. Dagegen gelingt es leicht, an

1) Vergl. Rud. Wagner, Ueber d. feinen Bau d. elektr. Organes im Zitterrochen, 1847 Fig. IIIB, und weiter unten Holzschnitt 23.

2) Bilharz, das elektr. Organ des Zitterwelses p. 21.

den markhaltigen Fasern der Centralorgane, denen die Schwann'sche Scheide fehlt, den Axencylinder wenigstens auf kurze Strecken zu isoliren. So überzeugt man sich an ganz frischen Präparaten, dass derselbe in dicken markhaltigen Fasern dick, in dünnen dünn ist und eine blasse Faser darstellt von den oben geschilderten Eigenschaften. Uebrigens ist es möglich, auch im ganz frischen Zustande an dicken, markhaltigen Fasern der Centralorgane den Axencylinder mit seiner fibrillären und feinkörnigen Structur innerhalb der Markscheide deutlich zu erkennen, wie Figur 21 von einer Faser aus dem Gehirn des Zitterrochen zeigt. Hierdurch halte ich den letzten möglichen Zweifel an der früher vielfach bestrittenen Präexistenz des Axencylinders für beseitigt.

Die Isolirung der Axencylinder wird ausserordentlich erleichtert durch vorherige Anwendung von Flüssigkeiten, welche Eiweisssubstanzen allmählich erhärten, wie dünner Lösungen von Chromsäure, doppeltchromsaurem Kali, Sublimat und anderen. Wenn dieselben in passendem Concentrationsgrade einwirken, erhärten sie den Axencylinder ohne stärkere Trübung oder körnige Gerinnung, während das Nervenmark brüchig und bröckelig wird. An solchen Präparaten von markhaltigen Nervenfasern, z. B. der Stränge des Rückenmarks, sind die Axencylinder auf lange Strecken auf das leichteste aus der Markscheide theilweise oder vollständig zu isoliren, während peripherische Nerven der resistenten Schwann'schen Scheide wegen minder ausgezeichnete Präparate liefern. Um die Axencylinder in situ zu sehen, fertigt man feine Querschnitte durch gut erhärtetes Rückenmark oder Nerven und imbibirt dieselben auf die bekannte Weise mit Carmin. Dabei färben sich die Axencylinder roth, während die Markscheide ungefärbt bleibt. Die bei der Erhärtung zumal in Alkohol unvermeidliche Schrumpfung des weichen sehr wasserreichen Axencylinders hat zur Folge, dass die rothen Axencylinder-Querschnitte solcher Präparate meist eine zackige Begrenzung darbieten und viel weniger Raum einnehmen als nach der Untersuchung frischer Nervenfasern zu erwarten stand. Auch in der Längsrichtung kann man an imbibirten Präparaten den rothen Axencylinder in der ungefärbten Markscheide liegen sehen, zumal wenn man die Markscheide durch Behandlung mit Kreosot oder Terpentinöl durchsichtig macht. Die ausserordentliche Verschiedenheit in der Dicke der Axencylinder zur Anschauung zu bringen, sind Querschnitte des Rückenmarks besonders geeignet. Um an einem frisch zerzupften Nerven die Axencylinder schnell deutlich zu machen, sind die Methoden von Pflüger und Waldeyer die besten. Man bringt auf das möglichst trocken angefertigte Präparat nach Pflüger einen Tropfen Collodium, nach Waldeyer Chloroform, und legt ein Deckglas auf. Die Markscheide verliert da-



Fig. 21. Breite markhaltige Nervenfaser frisch aus dem Gehirn des Zitterrochen, in deren Innerm sich die Structur des Axencylinders erkennen lässt.

durch ihren Glanz und in den meisten Nervenfasern erscheint der Axencylinder sehr deutlich als feinkörnige Centralfaser.

Ueber die verschiedene Dicke peripherischer markhaltiger Nervenfasern namentlich die Unterschiede cerebrospinaler und sympathischer, welche sehr erheblich sind, besitzen wir sehr ausführliche Angaben von Bidder und Volkmann [1].

An die bisher betrachteten verschiedenen Arten von Nervenfasern schliesst sich eine vierte an, welche ebenfalls in peripherischen Nerven vorkommt, aber von der zuletzt betrachteten Art durch den Mangel der Markscheide ausgezeichnet ist, daher gewöhnlich als die der peripherischen marklosen Nervenfasern bezeichnet wird. Es sind dies Fasern, welche aus einem dickeren oder dünneren Bündel von Nervenprimitivfibrillen nach Art der Axencylinder bestehen und durch eine kernhaltige Schwann'sche Scheide zusammengehalten werden. Sämmtliche Verzweigungen des Nervus olfactorius in der Nasenschleimhaut aller Wirbelthiere bestehen aus solchen marklosen Nervenfasern. Ferner kommen sie häufig im Sympathicus vor, dessen Eingeweideäste sie oft allein zusammensetzen, wie z. B. die mehr als ein Millimeter dicken Milznerven der Wiederkäuer. Hier beobachtete sie Remak zuerst [2], daher die marklosen Sympathicusfasern auch den Namen der Remak'schen führen. Manche zeigen den fibrillären Bau viel auffallender als andere, worauf Pflüger [3] bei Gelegenheit seiner Untersuchung der Speicheldrüsen-Nerven aufmerksam machte und danach zwei Arten unterschied. Es ist wesentlich dieselbe Form der Nervenfasern, wie sie mit einigen Ausnahmen den wirbellosen Thieren zukommt. Nervenstränge, welche aus solchen Fasern bestehen, haben nicht das glänzendweisse Aussehen der gewöhnlichen Nerven, sondern sind halb durchsichtig, grau, gallertartig, wie eine embryonale Sehne. Sind sie von dem festeren, umgebenden Bindegewebe befreit, so lassen sie sich eben so leicht in ihre Fasern zerlegen wie andere Nerven, was durch die Festigkeit der Schwann'schen Scheide der Einzelfasern bedingt ist. Die Dicke dieser marklosen Nervenfasern variirt sehr bedeutend. Im Sympathicus gehen sie kaum über den Durchmesser mitteldicker markhaltiger Fasern hinaus, aber im Olfactorius mancher Thiere finden sich Fasern mindestens von der 3—4fachen Dicke der ansehnlichsten markhaltigen. Solche dicke Fasern, wie Figur 22 *a* eine aus der Nasengrube des Hechtes zeigt, bestehen frisch aus einer sehr weichen, fast zerfliesslichen, parallelstreifigen und zugleich feinkörnigen Masse, welche in eine glashelle, scharf contourirte Scheide eingeschlossen ist, in welcher durch Essigsäurezusatz Kerne hervortreten. Bei vorsichtiger Erhärtung wird die fibrilläre Structur sehr deutlich, indem sich jetzt die ganze Inhaltsmasse

---

1) Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842.

2) Observationes anatomicae et microscop. de systematis nervosi structura. Berol. 1838. Remak selbst nennt sie später (Monatsber. d. Berl. Akad. 1853, 12. Mai) ganglióse Fasern.

3) Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866, p. 31.

der Scheide in Fibrillen nach Art der Nervenprimitivfibrillen zerspalten lässt, zwischen denen die feinen Körnchen und Pünktchen als interfibrilläre Masse eingelagert sind. Beim Menschen und den meisten übrigen Wirbelthieren besitzen die Olfactoriusfasern nicht die Dicke wie bei den Fischen, sondern gleichen ungefähr denen des Sympathicus, sind aber bündelweise wieder von einer gemeinschaftlichen kernhaltigen Scheide eingeschlossen, so dass Bündel entstehen, wie das beistehend *b* gezeichnete vom Menschen. Hier wie im Sympathicus (*c*) ist die Substanz der einzelnen Fasern eine fibrilläre und fein punktirte und besteht wahrscheinlich aus Primitivfibrillen und einer interfibrillären Substanz.

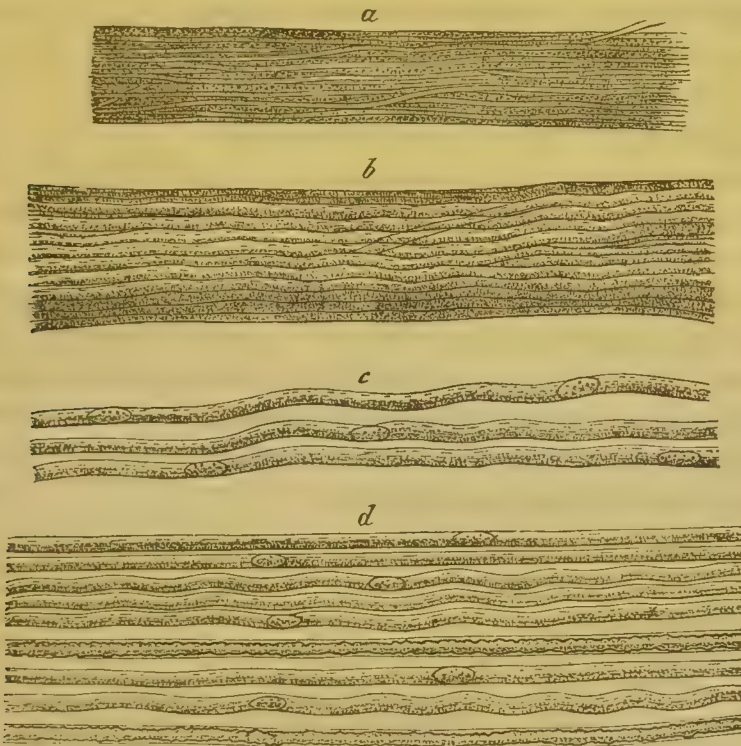


Fig. 22. Marklose Nervenfasern *a* aus dem Olfactorius des Hechtes, *b* aus dem Olfactorius des Menschen, *c* aus dem Sympathicus (Milznerv) vom Ochsen, *d* aus dem zum Jacobson-schen Organe gehörenden Nerven des Schafes, hier zwei markhaltige Fasern dazwischen.

Nach dieser Darstellung des Baues der Nervenfasern hätten wir also kurz folgende Arten zu unterscheiden:

1. Primitivfibrillen.
2. Primitivfibrillenbündel.
3. Primitivfibrillen mit Markscheide.
4. Primitivfibrillenbündel mit Markscheide.
5. Primitivfibrillenbündel mit Schwann'scher Scheide (marklose Nervenfaser im Sympathicus, Olfactorius und bei den meisten wirbellosen Thieren).
6. Primitivfibrillenbündel mit Markscheide und Schwann'scher Scheide (die Fasern der meisten cerebrospinalen Nerven).

1 und 2 können als nackte Axencylinder, wo sie von der Scheide umgeben sind schlechtweg als Axencylinder bezeichnet werden. Ob Nervenfasern mit Markscheide und Schwann'scher Scheide vorkommen, deren Axencylinder nur eine einzige Nervenprimitivfibrille darstellt, bleibt dahingestellt.

Will man die Nervenfasern nach der An- oder Abwesenheit des Nervenmarkes in zwei Gruppen theilen, so würden in diesen folgende Unterabtheilungen entstehen:

I. Marklose Fasern:
1. Primitivfibrille,
2. Primitivfibrillenbündel,
3. dieses letztere mit Schwann'scher Scheide.

II. Markhaltige Fasern:
1. Primitivfibrille mit Markscheide,
2. Primitivfibrillenbündel mit Markscheide,
3. dieses letztere zugleich mit Schwann'scher Scheide.

Man sieht, die Primitivfibrille kommt als Elementarbestandtheil allen Nervenfasern zu. Die Variationen beruhen auf der Masse der zu einem Strange zusammengefassten Fibrillen und auf der An- oder Abwesenheit der Markscheide und der Schwann'schen Scheide. Es erhellt zugleich, ein wie complicirtes Gebilde eine sogenannte markhaltige Nervenprimitivfaser eines peripherischen Nerven ist, indem dieselbe aus einem Bündel durch interfibrilläre Masse verkitteter Primitivfibrillen (dem sogenannten Axencylinder) und aus zwei einhüllenden Scheiden aufgebaut ist.

Die obige Darstellung weicht von dem Hergebrachten ab vornehmlich durch die Annahme der Primitivfibrillen als letzten Structurelementes aller Nervenfasern. Für die marklosen Fasern des Olfactorius und Sympathicus habe ich die fibrilläre Beschaffenheit der den meisten Beobachtern mehr feinkörnig als faserig erschienenen Nervensubstanz schon früher wahrscheinlich gemacht[1], in welcher Ansicht mir viele spätere Beobachter beigetreten sind wie Waldeyer[2], Pflüger[3] u. A. Hier kommt die Aehnlichkeit mit den Nervenfasern der meisten wirbellosen Thiere in Betracht, welche allen neueren Beobachtungen zufolge ebenfalls Fibrillenbündel mit interfibrillärer körniger Substanz darstellen[4], worin nur viele Krebse insofern eine Ausnahme machen, als bei ihnen ein Analogon der Markscheide auftritt, in deren Innerem Fibrillenbündel wie eine Art Axencylinder eingeschlossen liegen[5].

Für die Axencylinder der markhaltigen Nervenfasern des Menschen und der Wirbelthiere ist seit ihrer ersten Beobachtung durch Remak wiederholt der Gedanke an eine fibrilläre Zusammensetzung aufgetaucht. Remak selbst beschreibt den Axencylinder, den er Axenschlauch nannte, da er ihn für hohl hielt, wie mit feinen Parallellinien gezeichnet und deutete dieselben auch als Ausdruck einer Faserung[6].

1) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, p. 63.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 20, 1863, p. 202.
3) Die Endigungen der Absonderungsnerven in d. Speicheldrüsen, 1866, p. 31.
4) Vergl. vor allen Leydig, Lehrbuch d. Histologie d. Menschen und d. Thiere, 1857.
5) Remak und E. Häckel, letzterer in Müller's Archiv 1857. p. 469.
6) Observationes anatom. etc. 1838 p. 2 Note 2.

Bei seinen Nachfolgern befestigte sich jedoch immer mehr die Ansicht, dass der Axencylinder ein homogenes Gebilde sei, welcher sich neuerdings auch noch Waldeyer anschloss, dem wir eine gründliche Arbeit über den Axencylinder verdanken [1]. Waldeyer giebt die Wahrscheinlichkeit einer Entstehung des letzteren aus Einzelfibrillen in den Centralorganen zu, wie er denn andrerseits den peripherischen Zerfall in Einzelfibrillen betont, aber in seinem Verlauf hält er den Axencylinder für ein homogenes Gebilde.

Zu demselben Resultate kommt Kölliker, der nach Anführung zahlreicher Gründe, welche für die fibrilläre Beschaffenheit des Axencylinders sprechen könnten, mit den Worten schliesst [2]: »Es fehlen somit für einmal alle und jede bestimmtere Beweise für eine fibrilläre Beschaffenheit der Axencylinder.«

Ich bin weit entfernt läugnen zu wollen, dass der Axencylinder, wie wir ihn zur Beobachtung zu bringen pflegen, den Eindruck eines mehr homogenen als fibrillären Stranges zurücklässt. Bei mässigen Vergrösserungen und in der gewöhnlichen Weise erhärtet erscheint seine Substanz gleichförmig oder in parallelen Zügen feinkörnig. Je mehr ich jedoch bei der Untersuchung eine stärkere Erhärtung vermeide, je ähnlicher die Consistenz und Lichtbrechungsverhältnisse dem frischen Zustande erhalten sind und je stärker vor Allem die Vergrösserung gewählt wird, um so deutlicher erkenne ich eine parallele Streifung und eine Substanz feinkörniger Natur zwischen den Streifen, welche ich nur auf eine Zusammensetzung aus Fibrillen und interfibrillärer Substanz zurückzuführen vermag. Ich benutzte zur Untersuchung vornehmlich die Seitenstränge des Rückenmarkes mit ihren dicken markhaltigen Fasern, aus denen man, da sie der Schwann'schen Scheide entbehren, den Axencylinder leicht isoliren kann sowohl ganz frisch in Serum, als noch besser nach vierundzwanzigstündiger oder längerer Maceration in Jodserum, in welchem die Axencylinder ein wenig erhärten ohne zu schrumpfen oder ihr Aussehen zu verändern. Ganz ausgezeichnete Dienste leistet auch hier wieder die Osmiumsäure, deren Lösungen von $^1/_2$—$^1/_8$ % nach kurzer Einwirkung die Axencylinder erhärten ohne sie in ihrem Volum wesentlich zu ändern und ohne eine Spur körniger Gerinnung in ihnen zu erzeugen. Solche von der Markscheide befreite Axencylinder zeigen die parallelstreifige Zeichnung ganz besonders deutlich. Aber selbst innerhalb der Markscheide kann man die faserige und körnige Structur des Axencylinders sehen, wie ich mich zuerst an den dicken Fasern des Gehirns von Torpedo überzeugte, welche eine verhältnissmässig dünne Markscheide besitzen [3].

Ganz entscheidend für die fibrilläre Zusammensetzung des Axencylinders ist die Beobachtung seines Ursprunges aus den grossen Nervenzellen des Rückenmarkes oder des Gehirns. Ich muss in dieser Beziehung auf das Folgende und auf mein eben citirtes Programm verweisen, in welchem die speciellen Beobachtungen niedergelegt sind, und erwähne hier nur, dass die Fibrillen, welche aus der Zellsubstanz convergirend austreten, um den Axencylinderfortsatz der Zelle zu bilden, einzeln und durch interfibrilläre Masse oft weit von einander getrennt verlaufen (vergl. Figur 18, 29 und 30 bei *a*). Die Bildung des eigentlichen Axencylinders kommt dann dadurch zu Stande, dass die interfibrilläre Masse an Menge abnimmt, die Fibrillen sich immer enger in parallelem Verlaufe aneinander legen, so dass endlich nur noch ganz geringe Mengen der interfibrillären Substanz persistiren. Auch an der Peripherie ist an einzeln verlaufenden Axencylindern wie z. B. in den Vater-Pacini'schen Körperchen die fibrilläre Beschaffenheit sehr gut zu sehen, wie

1) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 20, 1863, p. 193.

2) Gewebelehre, 5. Aufl. 1867 p. 244.

3) Vergl. meine Schrift Observationes de cellularum fibrarumque nervearum structura. Bonner Universitätsprogramm 1868, Fig. 5 und oben Holzschnitt 21 p. 113.

mir Dr. GRANDRY zeigte, wenn man nur ganz frisch und ohne Zusatz anderer Flüssigkeiten als Serum und mit hinreichend starker Vergrösserung untersucht.

Ich betrachte es als sehr wohl möglich, dass trotz dieser Beobachtungen Axencylinder vorkommen, bei denen die ursprünglich fibrilläre Beschaffenheit durch Verschmelzung der Fibrillen untereinander verloren gegangen ist, homogen geworden sind, ich betone aber als Princip für den Aufbau der dickeren Axencylinder die Zusammensetzung aus mehreren Primitivfibrillen, wie sie sich im Centrum zusammenfügen und meist auch an der Peripherie durch Verästelung wieder isoliren. Aus physiologischen Gründen halte ich auch an der Möglichkeit einer isolirten Leitung in diesen constituirenden Fibrillen fest, selbst wenn nur Spuren einer interfibrillären Substanz vorhanden sind.

Ich führe noch an, dass diese meine Darstellung in allen wesentlichen Stücken abweicht von derjenigen STILLING's [1], welcher den Axencylinder zwar auch für ein complicirt faseriges Gebilde erklärt, aber seine Elementarfäserchen überall auf der Oberfläche ausbrechen und mit Bestandtheilen des Nervenmarkes sich verbinden lässt, welches auch wieder aus feinen Fasern oder Röhrchen bestehen soll. STILLING hat, wie bereits allgemein anerkannt ist, die präformirte Structur nicht von den Gerinnungsproducten seiner in Chromsäure erhärteten Nervenfasern zu unterscheiden vermocht.

Ein sehr eigenthümliches und nicht hinreichend aufgeklärtes Verhalten bieten sowohl nackte als mit Markscheide umgebene Axencylinder dar, wenn dieselben mit dünnen Lösungen von Argentum nitricum im Dunkeln imprägnirt später dem Lichte ausgesetzt werden. Nach FROMMANN [2], welcher die ersten hierher gehörigen Beobachtungen machte, hat Dr. GRANDRY [3] die Sache weiter verfolgt. Es tritt bei dieser Behandlung an den Axencylindern eine feine Querstreifung auf bedingt durch partielle Ausscheidung braunschwarzer Silberverbindungen, welche stellenweise so regelmässig ist, dass sie an die Structur der quergestreiften Muskelfasern erinnert, an anderen Stellen wieder grosse Unregelmässigkeiten zeigt. Nach längerer Einwirkung des Lichtes schwindet sie allmählich, indem Alles gleichmässig braunschwarz wird. Diese Streifung zeigen, wie GRANDRY nachgewiesen hat, nicht nur die Axencylinder, sondern auch die verästelten Fortsätze der Ganglienzellen und die Zellkörper selbst oft in der überraschendsten Weise. Diese Verhältnisse mit einer feineren Structur der genannten Gebilde in Verbindung zu bringen, ist bisher nicht gelungen.

Theilung der Nervenfasern.

Eine Eigenthümlichkeit der Nervenfasern in ihrem Verlaufe ist die Theilung derselben. Diese vollzieht sich sehr gewöhnlich in der Nähe ihres peripherischen Endes. Man beobachtet sie ferner in den Centralorganen, am seltensten in den Nervenstämmen. Dieselbe kann alle Arten von Nervenfasern betreffen mit Ausnahme der Primitivfibrillen. Getheilte und verästelte Primitivfibrillenbündel sind die Ausläufer vieler multipolarer Ganglienzellen. Im Olfactorius beobachtet man die schnell hintereinander sich wiederholenden Theilungen der mit Schwann'scher Scheide versehenen marklosen Fasern, wobei die Scheide sich auf die Aeste fortsetzt [4]. Die am häufigsten besprochene Thei-

1) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes, 1859, p. 708.

2) VIRCHOW's Archiv Bd. 31, Taf. VI, Fig. 11—16.

3) Recherches sur la structure intime du cylindre de l'axe et des cellules nerveuses. Bulletin de l'Académie royale du Belgique, Mars 1868.

4) Besonders vollkommen zu beobachten in den dünnen Blättchen der Nasengruben von Rochen und Haifischen. M. SCHULTZE, Bau der Nasenschleimhaut Taf. IV, Fig. 8 u. 9.

-lung ist aber die der markhaltigen Fasern, wie sie z. B. bei den Muskelnerven beobachtet wird[1]. Diese Theilung ist gewöhnlich eine dichotomische und betrifft alle Bestandtheile der Nervenfaser. Die Theilung der fibrillären Axencylinder besteht wahrscheinlich nur in einer allmählich fortschreitenden Isolirung der sie zusammensetzenden Primitivfibrillen. Die Markscheide setzt sich bei der Theilung continuirlich über die Aeste fort und verliert sich erst an den letzten Endverästelungen. Dabei ist sehr bemerkenswerth, dass an der Theilungsstelle selbst durch eine plötzliche Abnahme in der Menge des Nervenmarks eine Verdünnung der Nervenfaser vorzukommen pflegt, hinter welcher sich nach vollzogener Theilung das Mark wieder in grösserer Menge vorfindet. Ebenso theilt sich die Schwann'sche Scheide. Da die Theiläste zusammengenommen gewöhnlich viel dicker sind als die Stammfaser, die Axencylinder aber an Dicke abnehmen, so müssen die Scheiden in die Dicke wachsen. Dies gilt namentlich für die Markscheide, deren Dicke bei dünnen Axencylindern im Verhältniss viel erheblicher ist als bei dicken. Statt der dichotomischen Theilung kommt auch eine solche vor, wo drei, vier und mehr bis fünfundzwanzig Aeste durch plötzliche Spaltung aus einer Stammfaser hervorgehen, wie dies an den Nerven des elektrischen Organs des Zitterrochen zuerst von Rudolph Wagner beobachtet worden ist[2]. Das

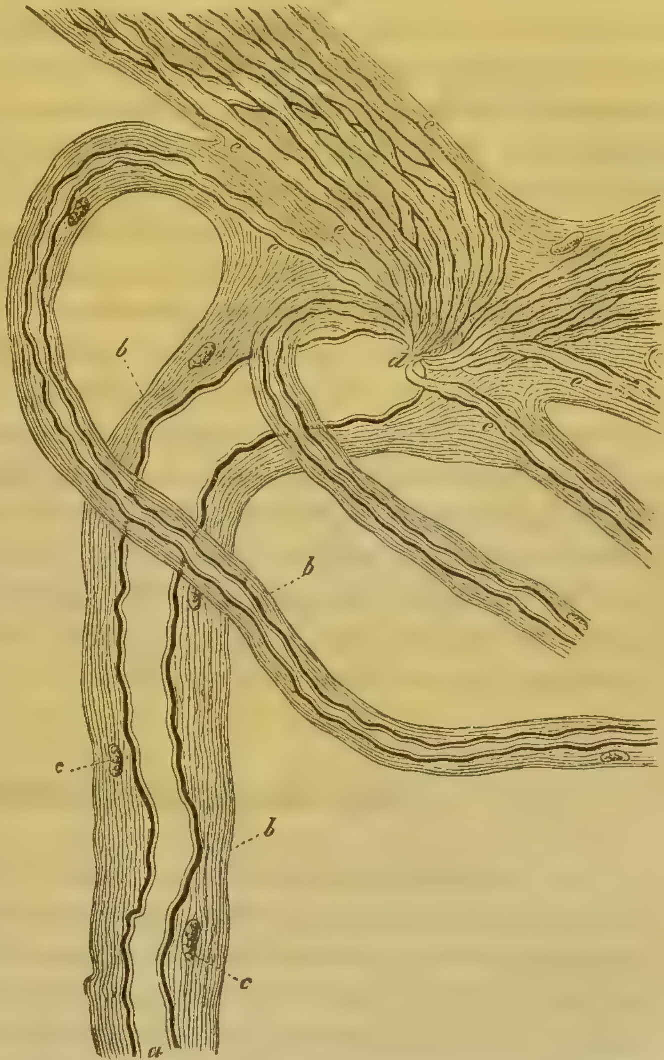


Fig. 23. Markhaltige Nervenfaser aus dem elektrischen Organ von Torpedo in der Theilung, und mit sehr dicker Schwann'scher Scheide, *a* Stammfaser, *b* Scheide, *c* Kern derselben, *d* Theilungsstelle, *e* Aeste. Nach R. Wagner.

1) Vergl. namentlich Reichert Müller's Archiv 1851, p. 29; die ersten derartigen Theilungen markhaltiger Nervenfasern in Muskeln beobachteten E. Brücke und Joh. Müller, siehe des letztern Handbuch der Physiologie, 4. Aufl. Bd. 1 p. 524. Ueberhaupt die ersten Theilungen markhaltiger Fasern sah Paul Savi in den electr. Organen von Torpedo 1844.

2) Feiner Bau des elektr. Organs im Zitterrochen, 1847, p. 17.

bei weitem merkwürdigste Beispiel von Nervenfasertheilung ist aber das Vorkommen beim Zitterwels *(Malapterurus electricus)*. Hier empfängt nach Bilharz's Entdeckung jedes der beiden elektrischen Organe, welche wie eine Speckschwarte unter der Haut liegen, einen Nerven aus der Medulla oblongata, welcher aus nur einer einzigen markhaltigen Faser besteht von 0,025 Millimeter Dicke [1], welche sich, um je einen peripherischen Endast zu jeder elektrischen Platte abgeben zu können, Millionen Male theilen muss.

Die Schwann'sche Scheide schwindet bei der Theilung früher oder später, jedenfalls kommt eine solche an den letzten Einzelfibrillen nicht mehr vor, wie man sie z. B. aus den Nerven der Hornhaut hervorgehen sieht. Hier verschwindet zunächst das Mark früher oder später auf der Oberfläche des Axencylinders. Gleichzeitig oder etwas später entzieht sich auch die Schwann'sche Scheide der Beobachtung, der Axencylinder, welcher allein übrig ist, theilt sich wiederholt, endlich dringen, wie Hoyer [2] und Cohnheim [3] zuerst nachgewiesen haben, die feinen Primitivfibrillen aus dem subepithelialen Gewebe zwischen den Zellen der Pflasterepithelialschicht der Conjunctiva corneae ein und enden frei an der Oberfläche derselben. Aehnliches ist bei vielen andern Nerven zu beobachten, wie beim Hör- und Sehnerven, in der Zunge, in den Drüsen u. s. w., wo aber jede Primitivfibrille sich noch mit einem besondern Endapparat verbindet, von dem später die Rede sein wird. In manchen Fällen bleibt aber auch die Zerspaltung in Primitivfibrillen aus, d. h. es endet ein Axencylinder von ansehnlicher Dicke, soweit wir bisjetzt wissen, ohne vorher in feinste Fibrillen zerfallen zu sein. Die hierhergehörigen Beispiele, manche elektrische Organe, die quergestreiften Muskeln, die Vater'schen Körperchen werden freilich vor einer genaueren Analyse wenigstens zum Theil nicht als Ausnahmen von der Regel bestehen können.

2. Von den peripherischen Endorganen.

Die peripherische Zerspaltung in Primitivfibrillen scheint bei allen Sinnesnerven vorzukommen, namentlich da, wo es auf eine Perception möglichst vieler verschiedener Eindrücke auf kleinstem Raume ankommt. Hier finden sich auch besondere Endorgane an jeder Faser, von denen ausführlicher bei jedem einzelnen Sinnesorgan die Rede sein wird, welche der allgemeinen Gesichtspunkte wegen aber hier namhaft gemacht werden sollen. In der Riechschleimhaut sind es zwischen den pallisadenförmigen Epithelialzellen der regio olfactoria gelegene spindelförmige, äusserst vergängliche Zellen mit je einem centralen und peripherischen Ausläufer, von welchen der centrale eine vollkommene Uebereinstimmung

---

1) Nach Bilharz l. c. p. 22: $^1/_{90}$‴.

2) Ueber die Endigung der sensibeln Nerven in der Hornhaut. Virchow's Archiv Bd. 38, 1867, p. 343.

3) Reichert und du Bois-Reymond's Archiv, 1866, p. 180.

stimmung mit den Nervenprimitivfibrillen der Olfactoriusäste zeigt[1]. Der peripherische endet entweder au niveau der freien Fläche der Epithelialzellen, wie beim Menschen, den Säugethieren und den Fischen, oder er geht über diese Fläche hinaus in Form eines langen steifen Haares oder mehrerer feiner, den Wimpern ähnlicher doch meist unbewegter Haare. Ich habe diese Zellen Riechzellen, die Haare Riechhärchen genannt. Aehnlich ist das Verhältniss in der Zungenschleimhaut, nach Axel Key auf den papillae fungiformes des Frosches[2], nach Schwalbe[3] und Loven[4] in den Schmeckbechern der wallförmigen und einzelner pilzförmiger Papillen des Menschen und der Säugethiere. Die den Riechzellen entsprechenden Endorgane werden hier Geschmackszellen heissen können. Auch im Gehörorgan sind die Verhältnisse verwandt, indem an den einfacher gebauten Nervenendstellen, nämlich in den Otolithensäckchen und den Ampullen der halbzirkelförmigen Kanäle, die Endäste der markhaltigen Acusticusfasern nach Verlust ihrer Markscheide in das Epithel eindringen und sich nach Auflösung in Primitivfibrillen mit besonderen haartragenden Hörzellen verbinden[5]. Complicirter sind die Nervenendigungen in der Schnecke, namentlich insofern als ein Theil der nicht nervösen Zellen der epithelialen Auskleidung des Schneckenkanals zu den sonderbaren Gebilden des Corti'schen Organs auswächst. Die Nervenendgebilde aber scheinen auch hier wesentlich Haare tragende Zellen zu sein, welche sich mit enorm feinen marklosen Nervenfäserchen (Primitivfibrillen) verbinden. Ganz eigenthümlich gestalten sich die Nervenendapparate des Opticus in der Retina. Es sind die Elemente der Stäbchen- und Zapfenschicht und die kernhaltigen äussern Körner, welche letztere, wie die Endgebilde des Olfactorius spindelförmige Zellen darstellen mit einem centralen und einem peripherischen Ausläufer. Der centrale der Stäbchen ist eine einzelne Primitivfibrille, der centrale der Zapfen ein Bündel von Primitivfibrillen[6]. Der peripherische Fortsatz endigt mit den sogenannten Zapfen und Stäbchen, beide wesentlich ähnlich dadurch, dass sie aus einem blassen, der Ganglienzellensubstanz ähnlichen Innengliede und einem davon scharf abgesetzten, glänzenden, stark Licht brechenden Aussengliede bestehen,

---

1) Ihre Existenz ist zuerst von Eckhard beim Frosch erkannt (Beiträge z. Anatomie u. Physiologie, Bd. I, 1855, p. 17, Taf. V, Fig. 3, 4 c). Die Beziehungen zum Nervensystem finden sich erläutert von M. Schultze, Monatsber. d. Berl. Akademie 1856, Nov. pag. 504, ausführlicher M. Schultze, Untersuchungen über den Bau d. Nasenschleimhaut. Halle 1862. 4. Mit 5 Tafeln. 2) Müller's Archiv 1861, p. 329. 3) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. III, p. 154, Bd. IV, p. 154. 4) Ebend. Bd. IV, p. 96.

5) Vergl. M. Schultze, Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth, Müller's Archiv 1858 p. 343. Franz Eilh. Schulze ebenda 1862 p. 381. Odenius Archiv f. mikr. Anatomie Bd. III, p. 115. Hasse weicht von dieser Darstellung insofern ab, als er eine Theilung des Axencylinders in feinere Fäserchen (Primitivfibrillen) nicht beobachten konnte (u. A. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XVII, p. 638, Bd. XVIII, p. 89). Ich muss für die von mir beschriebenen Objecte die Richtigkeit meiner Darstellung und Abbildungen aufrecht erhalten. Sehr wichtig für das hier in Rede stehende Verhältniss ist auch die Berücksichtigung des Gehörorganes der wirbellosen Thiere, vergl. Hensen, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 13, p. 319, über das Gehörorgan der Krebse.

6) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. II, Taf. X.

bei den Stäbchen von cylindrischer, bei den Zapfen von konischer Gestalt. Die Structur dieser Aussenglieder, aller Wahrscheinlichkeit nach der eigentlichen Endgebilde, auf deren Erregung die Perception beruht, ist anders als bei irgend einem andern nervösen Organ, nämlich eine Schichtung in dünne Plättchen senkrecht auf ihrer Längsaxe[1]. Die Tastnerven der Haut endlich endigen in den sogenannten Tastkörperchen, das sind ei- oder kugelförmige, sehr weiche und vergängliche Körper im Innern vieler Tastpapillen der Haut[2], mit deren jedem sich ein oder mehrere markhaltige Nervenfasern verbinden und sich dabei theilen, ohne dass bisher volle Klarheit über die letzte Endigung der Primitivfibrillen gewonnen werden konnte.

Zum Tastsinn in nächster Beziehung stehen sodann wahrscheinlich die Nervenhaare auf der Oberhaut junger Fische und nackter Amphibien, welche F. E. Schulze beschrieb[3], und deren Anordnung in Büscheln an die Nervenhaare in den Ampullen der Gehörorgane erinnert. Dieselben erscheinen sehr geeignet zur Perception von Bewegungen des Wassers, in welchem diese Thiere leben. Bei den Fischen bildet sich aus ihnen das Seitenkanalsystem mit seinen durch Leydig bekannt gewordenen Nervenknöpfen. Eine ganz ähnliche Beziehung der Nerven zu Haare tragenden Epithelialzellen habe ich in den Savi'schen Bläschen des Zitterrochen kennen gelehrt[4]. Nach neuen demnächst zu publicirenden Untersuchungen von Franz Boll sind auch die bekannten nervenreichen Ampullen der sogenannten Schleimkanäle des Kopfes der Rochen und Haifische mit Haare tragenden Zellen ausgekleidet.

Als Endorgane sensibler Nerven betrachtet man ferner die Vater'schen oder Pacini'schen Körperchen, welche beim Menschen vornehmlich im Unterhautbindegewebe der Finger- und Zehenseiten neben den volaren und plantaren Nervensträngen, ferner an den Gelenknerven und zwischen vielen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten[5] vorkommen, bei Thieren von vielen andern Körperstellen bekannt sind, wohl am leichtesten aus dem Mesenterium der Katze zur Untersuchung entnommen werden. Ein jedes dieser Körperchen nimmt eine markhaltige Nervenfaser auf, welche nicht wieder aus demselben heraustritt. Das Körperchen selbst besteht aus vielen Lagen concentrisch geschichteter, nach innen immer enger aneinander rückender bindegewebiger Blätter und umschliesst einen Hohlraum mit weicher, sehr veränderlicher, nach dem Tode gerinnender, mit eigenthümlichen Kernen besetzter Substanz gefüllt, in dessen Inneres die Nervenfaser eintritt. Diese besteht nach Verlust der Markscheide, und nachdem sich die Schwann'sche Scheide schon vorher in die bindegewebigen Hüllen des Körperchens verloren hatte, nur noch aus dem Axencylinder, wel-

---

1) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. III, p. 215. Dazu kommt dann noch die Differenzirung einer oder mehrerer Axenfasern im Aussengliede, die Ritter zuerst gesehen hat, worüber namentlich Hensen, Virchow's Archiv Bd. 39, p. 475, Taf. XII. nachzusehen ist.

2) Wir verdanken die Entdeckung dieser Gebilde Meissner und Rud. Wagner. Göttinger Nachrichten 1852 Nr. 2. Ausführlicher Meissner, Beitrag z. Anatomie und Physiologie der Haut, Leipzig 1853.

3) Müller's Archiv 1861, p. 759.

4) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut 1862, p. 11. Hier findet sich eine ausführlichere Darstellung der bis dahin bekannten Beziehungen der Nerven zu epithelialen Bedeckungen.

5) Vergl. Rauber, Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Vater'schen Körper, 1867.

cher mit einem Knöpfchen endigen soll[1]. Dr. GRANDRY, welcher die Pacini'schen Körperchen mittelst stärkerer Vergrösserungen, als sie bisher zu diesem Behufe angewandt zu sein scheinen, untersuchte, fand eine sehr deutliche faserige Structur des Axencylinders im Innern derselben und das Endknöpfchen bestehend aus feinkörniger Substanz, gegen welche die divergirend auseinander laufenden Endfibrillen sich deutlich absetzen. Verwandt sind die von KRAUSE beschriebenen und abgebildeten viel kleineren Nervenendkörperchen der Conjunctiva, der Genitalien und anderer Körperstellen die zum Theil wesentlich nur durch den Mangel der geschichteten dicken Hülle von den Vater'schen Körperchen verschieden sind[2].

Die Endigung der Nerven an den quergestreiften Muskelfasern ist vielfach Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gewesen. Wir wissen jetzt durch KÜHNE, ENGELMANN und Andere, dass ziemlich dicke Axencylinder unter das Sarkolemma der Muskelfasern dringen und sich entweder in dem sogenannten Nervenhügel auf der contractilen Substanz als Nervenendplatte verästeln oder wie beim Frosch im Innern der contractilen Substanz, also wahrscheinlich in der interfibrillären Masse, in Primitivfibrillen auflösen. Für die glatten Muskelfasern hat kürzlich FRANKENHÄUSER einen Zusammenhang der Nervenprimitivfibrillen mit den Kernkörperchen der Faserzellen behauptet, worüber wie über Muskelnerven überhaupt bei den Muskeln das Nähere nachzusehen ist.

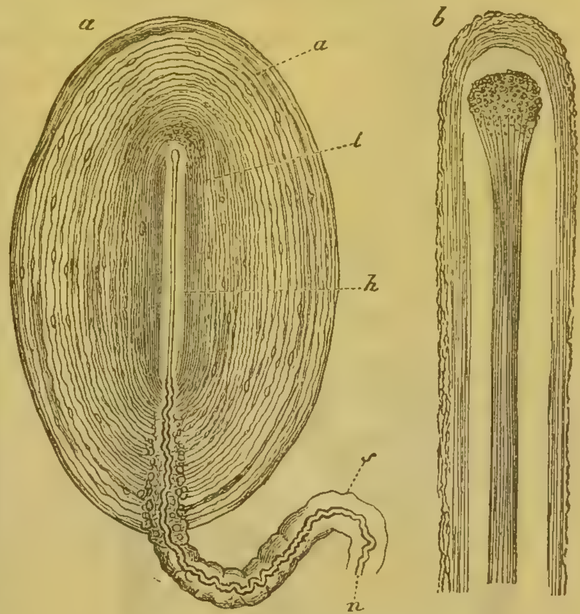


Fig. 24. *a* Vater-Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze bei schwacher Vergrösserung nach E. ECKER. *b* das Ende der Nervenfaser, bestehend aus einem fibrillären Axencylinder, dessen Fibrillen sich in einer feinkörnigen Masse verlieren bei 1000maliger Vergrösserung nach GRANDRY's Untersuchungen.

Eine besonders merkwürdige Art der Nervenendigung findet sich in den elektrischen Organen derjenigen Fische, welche mit echten oder sogen. pseudoelektrischen Apparaten versehen sind (*Torpedo* Zitterroche, *Malapterurus* Zitterwels, *Gymnotus* Zitteraal, pseudoelektrische Organe bei *Raja* und *Mor-*

1) Vergl. die vielen Darstellungen dieser Körperchen, deren genauere mikroskopische Untersuchung von HENLE und KÖLLIKER's Schrift »Ueber die Pacini'schen Körper an den Nerven des Menschen und der Säugethiere, Zürich 1844 datirt, welcher Arbeit sich zunächst HERBST anschliesst (die Pacini'schen Körper und ihre Bedeutung, Göttingen 1848). Neuere Untersuchungen besitzen wir zahlreich, u. A. von LEYDIG, KRAUSE, KÖLLIKER, RAUBER.

2) W. KRAUSE, die terminalen Körperchen, 1860. Anatomische Untersuchungen, 1861. BENSE, die Nervenendigungen in den Geschlechtsorganen in der Zeitschrift für rat. Medicin 1868, Bd. XXXIII, p. 1.

myrus). Die Axencylinder der Nervenfasern, welche diese Organe in Abhängigkeit von den Centralorganen des Nervensystems setzen, endigen hier in den sogenannten elektrischen Platten, das sind direkte Ausbreitungen der Nervenfasern zu ansehnlichen Scheiben, welche je eine in jedem durch bindegewebige Septa abgegrenzten Kästchen der genannten Organe liegen. Wie Figur 25 von Mormyrus zeigt, entsprechend den Untersuchungen von A. Ecker, stellt die elektrische Platte eine direkte Ausbreitung der Nervenfasersubstanz dar, wobei es vorkommt, dass die Nervenfasern erst durch Löcher der Platte hindurchtreten (einige Mormyrusarten und Malapterurus) ehe sie sich in die Substanz derselben auflösen. Der Uebergang geschieht immer nur

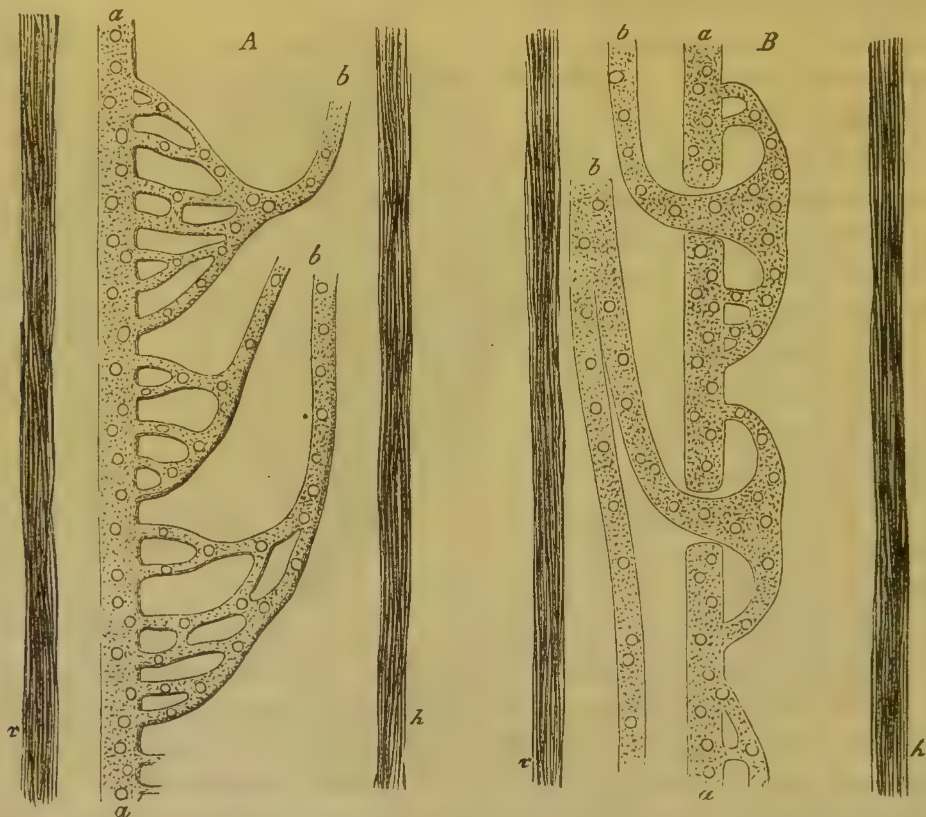


Fig. 25 *A*. Aus dem elektrischen Organ von Mormyrus oxyrhynchus. Ebenso bei M. longipinnis und cyprinoides, *v* vorderes, *h* hinteres bindegewebiges Septum; *aa* elektrische Platte, *bb* Nerven, welche sich in dieselbe einsenken.
B. Aus dem elektrischen Organ von Mormyrus dorsalis. Ebenso bei M. anguilloides, Buchstaben wie bei der vorigen Figur.

auf einer der beiden Scheibenflächen und zwar bei allen Platten eines und desselben Thieres auf der der Richtung nach gleichen Fläche also z. B. beim Zitterrochen, bei welchem die Platten ihre Flächen Rücken und Bauch zukehren, immer auf der Bauchfläche, während die Rückenfläche glatt ist. Sonach haben alle diese elektrischen Platten eine glatte freie und eine rauhe, Nervenfasern aufnehmende Fläche und diese sind alle gleich gerichtet. Im Momente des Schlages verhält sich bei allen bisher untersuchten elektrischen Fischen die Seite des Thieres, welcher die rauhe Fläche der elektrischen

Platte zugekehrt ist, negativ gegen die entgegengesetzte. Bei Malapterurus dringt in jede Platte nur eine Nervenprimitivfaser, welche kurz zuvor erst ihre Markscheide verliert, bei allen übrigen in Rede stehenden Thieren sind es viele Fasern. Die Structur dieser aus Eiweisssubstanz bestehenden elektrischen Platte ist in doppelter Weise verschieden. Die Platten der echten elektrischen Organe sind homogene, auf der freien Fläche leicht höckerige Scheiben, in deren Innerm in gewissen Abständen ovale oder kugelige Kerne eingesprengt liegen, hie und da von wenig feinkörniger Substanz umgeben. Die Platten der sogenannten pseudoelektrischen Organe zeigen dieselben Kerne, ihre Substanz aber ist nicht homogen, sondern durch zarte, mäandrisch verschlungene Liniensysteme gezeichnet, deren Ursache eine complicirte Schichtung aus sehr dünnen, vielfach gebogenen Plättchen ist; das Gewebe erinnert einigermaassen an das der quergestreiften Muskelfasern [1].

Von Nervenendigungen in Drüsen sind hier die durch Pflüger entdeckten Endverästelungen in den Speicheldrüsen zu erwähnen [2], welche sich mit den Drüsenzellen in Verbindung setzen, so dass diese letzteren selbst oder ihre Kerne als Endorgane zu gelten haben, worüber das Ausführliche bei den Drüsen nachzusehen ist.

Peripherische Nervenenden in Kernkörperchen von Epidermiszellen beschrieb V. Hensen [3] von der Haut der Froschlarven. Es sind enorm feine Fädchen, welche in Zelle und Kern eindringen und bei der häufigen Verdoppelung der Kernkörperchen auch zwiefach vorhanden sind.

3. Vom Anfang der Nervenfasern in den Centralorganen.

Den Uebergang zur Betrachtung des centralen Ursprungs oder Anfangs der Nervenfasern finden wir in der Beschreibung derjenigen Nervenzellen oder Ganglienzellen, welche sich in den Verlauf der Nervenfasern einbetten und die sogenannten Ganglien darstellen. Die mikroskopische Untersuchung der Ganglien der Hirn- und Rückenmarks- sowie der sympathischen Nerven lehrt übereinstimmend als wesentlichen Theil derselben Zellen kennen, die innerhalb einer relativ ansehnlichen Menge einer dicht feinkörnigen und fibrillären häufig gelb pigmentirten Zellsubstanz Kern und Kernkörperchen sehr deutlich zeigen. Durch Zerzupfen frisch in Serum isolirt sind die meisten dieser Zellen kugelig, doch oft von eigenthümlich unsicherer Begrenzung, jedenfalls ohne doppelt contourirte Membran und von grosser Verletzlichkeit. Schnitte durch frische oder erhärtete Ganglien zeigen diese Zellen in der Lage, von dichtem fase-

1) A. Ecker, Untersuchungen z. Ichthyologie, Freiburg 1857, Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg, 1858, Nr. 28. M. Schultze, über pseudoelektr. Organe. Sitzungsber. d. naturf. Gesellschaft in Halle 1857, p. 17 und in Müller's Archiv 1858, p. 193. Ferner Bilharz, das elektr. Organ des Zitterwelses. 1857 und M. Schultze, zur Kenntniss d. elektr. Organe der Fische. 2 Abtheilungen, Halle 1858 u. 1859.

2) Pflüger, die Endigungen d. Absonderungsnerven in d. Speicheldrüsen. Bonn 1866.

3) Virchow's Archiv, Bd. 31, p. 63, Taf. II, Fig. 14. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IV, p. 121.

rigen Bindegewebe umhüllt, in welchem meist grosse Mengen Nervenfasern, markhaltige und marklose eingebettet sind. Jede Zelle liegt ferner in einer Art Kapsel von kernhaltigem Bindegewebe, innerhalb welcher sie sich bei Anwendung stärker erhärtend wirkender Flüssigkeiten zusammenzieht.

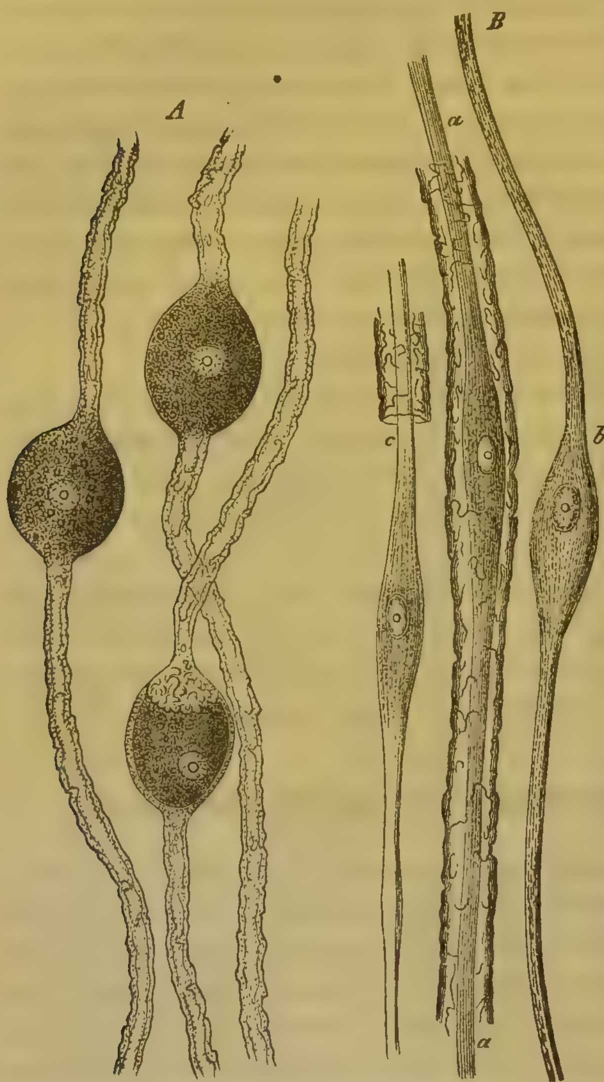


Fig. 26 *A*. Drei bipolare Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri vom Hecht, nach Bidder.
B. Drei bipolare Ganglienzellen aus dem Nervus acusticus vom Hecht, *a* noch in der Markscheide, *b* ganz, *c* theilweise entblösst, um zu zeigen, dass diese Ganglienzellen nur kernhaltige Anschwellungen des Axencylinders sind.

Die meisten dieser Zellen, vielleicht alle, besitzen Fortsätze, welche aber im frischen Zustande ausserordentlich leicht abreissen, um so leichter, je grösser der Unterschied in der Consistenz des umgebenden Bindegewebes und der Zellensubstanz ist. Diese Fortsätze sind Nervenfasern, wie für die Wirbelthiere Remak[1], für die Wirbellosen Helmholtz[2] zuerst beobachtet haben. Ist nur ein solcher vorhanden, an welchem die Zelle dann wie eine Beere an ihrem Stiele sitzt, so nennen wir sie unipolar, sind ihrer zwei, die sich dann oft polar gegenüber stehen, so ist die Zelle bipolar; noch mehrere machen sie zu einer multipolaren. Dass diese Fortsätze Nervenfasern sind, tritt bei gewissen bipolaren Ganglienzellen am deutlichsten entgegen, welche sich in den Verlauf markhaltiger Nervenfasern einbetten, wie sie z. B. leicht schon im frischen Zustande aus den Spinalganglien von Rochen und Haifischen isolirt werden können, wo Robin und Rudolph Wagner[3] sie zuerst 1847 kennen lehrten, oder aus dem Ganglion Gasseri derselben Thiere, wo ich sie mit grosser Leichtigkeit darzustellen vermochte, oder aus demselben Ganglion

1) Froriep, Notizen, 1837 Nr. 47, 56, 58. Observationes anat. et microsc. de systematis nervosi structura. Berol. 1838.
2) De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. inaug. 1842.
3) R. Wagner, neurologische Untersuchungen p. 7.

der Knochenfische (Hecht nach BIDDER [1]), oder aus dem Nervus acusticus vor seinem Eintritte in die Labyrinthsäckchen [2]. Die Zellsubstanz ist hier eine Fortsetzung der Axencylindersubstanz, sie umschliesst Kern und Kernkörperchen, die Markscheide hört gewöhnlich an dem Uebergange der Fasern in die kernhaltige Verdickung des Axencylinders auf und stellt sich gegenüber an der entsprechenden Stelle wieder ein, seltener reicht sie über die ganze Zelle hinüber, sie einhüllend, so dass die verdickte Stelle keine Unterbrechung in der Markscheide veranlasst. Eine solche Ganglienzelle ist demgemäss eine kernhaltige Stelle des Axencylinders. Die fibrilläre Structur des letzteren lässt sich auch in die Zellsubstanz verfolgen, wird jedoch durch ansehnlichere Mengen feinkörniger interfibrillärer Substanz theilweise verdeckt. Wie die Markscheide zum Begriff der Nervenfaser nicht nothwendig gehört, so stellt sie auch an der Ganglienzelle nur eine accessorische Hülle dar, die sogar nur in seltenen Fällen vollständig ist. Die Schwann'sche Scheide setzt sich, wenn sie vorhanden ist, continuirlich auch über die Ganglienzelle fort und bildet die oben erwähnte kernhaltige, bindegewebige Hülle derselben. An den bipolaren Ganglienzellen des Acusticus fehlt sie.

Minder einfach ist die Zusammensetzung der Spinalganglien der übrigen Wirbelthiere und des Menschen. Wie vielfach beobachtet worden und durch die neuesten Untersuchungen SCHWALBE's [3] bestätigt wird, besitzen die Zellen dieser Ganglien meist nur e i n e n peripherisch verlaufenden Fortsatz, dieser ist marklos und wird nach KÖLLIKER später Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser. Die fibrilläre Structur ist an ihm wie an der Substanz der Ganglienzellen vorhanden. Anstatt dieses einen kommen aber an einzelnen Zellen auch mehrere Fortsätze vor, welche sich aber nicht so polar gegenüberstehen wie bei den Fischen und deren Verlaufsrichtung unbekannt ist. Das Gleiche beobachtete KÖLLIKER an den Zellen des Ganglion Gasseri [4].

Aehnlich wie die Ganglienzellen der Spinalganglien sind die der s y m p a t h i s c h e n in festes Bindegewebe eingehüllt und besitzen jede für sich eine kernhaltige Scheide als Fortsetzung der Schwann'schen der mit ihr in Verbindung stehenden Nervenfasern. Die Zahl dieser letzteren variirt auch hier bedeutend. Im Sympathicus des Frosches, der am häufigsten untersucht wurde, kommen neben unipolaren solche Zellen vor, aus denen dicht nebeneinander zwei Fortsätze entspringen, deren einer im weiteren Verlaufe den anderen in Spiraltouren umkreist. Das nähere Verhalten dieser von BEALE [5] zuerst erwähnten Spiralfasern zu der Ganglienzelle ist noch streitig, wie aus den verschiedenen Angaben von J. ARNOLD [6], COURVOISIER [7], KÖLLIKER [8] u. A. hervorgeht.

---

1) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu d. Nervenfasern. Lpzg. 1847.
2) M. SCHULTZE, de retinae structura penitiori. Bonn 1859, Fig. 7.
3) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. IV, p. 45. 4) Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. p. 319. 5) Philosoph. transactions 1863, vol. 153, p. 539. 6) VIRCHOW's Archiv Bd. 28 u. 32. 7) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. II, p. 13 u. Bd. III.
8) Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. p. 254.

Das Vorkommen multipolarer Zellen in den grossen Ganglien des Sympathicus ist sicher, obgleich es mehrfach bestritten worden. Ich habe solche Zellen beim Kinde wie beim erwachsenen Menschen gefunden (Fig. 27). Das umgebende faserige Bindegewebe macht leider eine Isolirung der Fortsätze auf längere Strecken unmöglich.

Viel genauer sind uns mit Rücksicht auf die Fortsätze die Ganglienzellen des Rückenmarkes bekannt, welche in den vorderen Hörnern der grauen Substanz den motorischen, in den hintern Hörnern den sensibeln Wurzeln der Rückenmarksnerven Axencylinder zuführen. Vorzugsweise durch Deiters' Untersuchungen haben wir kennen gelernt, dass aus jeder Ganglienzelle, die Zahl ihrer Fortsätze mag noch so gross sein, nur ein einziger peripherisch laufender Axencylinder seinen Ursprung nimmt. Dieser verläuft unverästelt, um früher oder später eine Markscheide zu erhalten und in die Nervenwurzeln einzutreten. Er besitzt, wie ich für motorische und sensible Ganglienzellen auf das deutlichste erkannt habe, eine fibrilläre Structur. Die übrigen Fortsätze der Ganglienzellen, deren Zahl bei den in den vorderen Hörnern gelegenen grossen Zellen ansehnlicher ist, als bei denen der hinteren Hörner, verästeln sich sehr bald nach ihrem Ursprung baumförmig. Ihre Structur ist ebenfalls deutlich fibrillär, doch ist die Menge der interfibrillären körnigen Substanz in ihnen grösser als in dem Axencylinderfortsatz. Die feinen Fäserchen (Primitivfibrillen), welche aus der Verästelung hervorgehen, entziehen sich sehr bald der Beobachtung, ihr endliches Schicksal ist unbekannt. Von einigen derselben glaubt Deiters einen Uebergang in eine zarte Markscheide gesehen zu haben.



Fig. 27. Ganglienzellen aus einem Lumbal-Ganglion des Sympathicus vom erwachsenen Menschen. *a* ohne Scheide, *b* mit Scheide. Die Zellsubstanz ist sehr stark gelb pigmentirt, daher dunkelkörnig.

Die Fibrillen beider Arten von Fortsätzen nehmen ihren Ursprung aus der Ganglienzellensubstanz selbst, welche in ihrer ganzen Dicke fibrilläre Structur zeigt, wobei sich jedoch zwischen den Fibrillen eine feinkörnige Substanz befindet, welche oft gelbes oder gelbbraunes Pigment enthält; dieses kann sich in die verästelten Fortsätze hineinerstrecken oder nach Unterbrechung in denselben wieder auftreten. Die Fibrillenstructur nimmt man am deutlichsten in der Rinde der Ganglienzellen wahr, sie erstreckt sich jedoch unzweifelhaft auch in die Tiefe. In vielen Fällen und im jugendlichen Zustande der Ganglienzellen deutlicher als im erwachsenen scheint jedoch eine ansehnlichere Menge

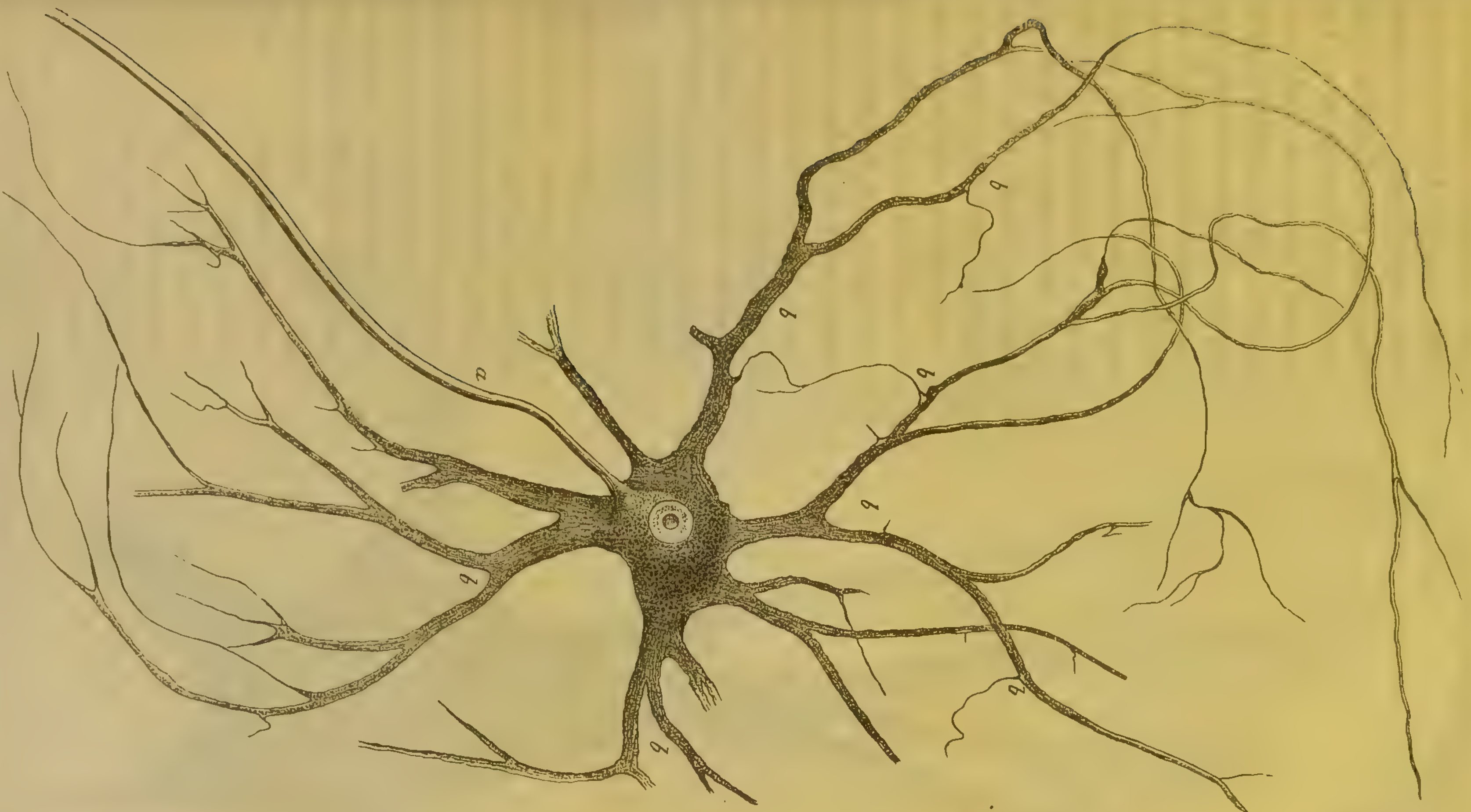


Fig. 28. Multipolare Ganglienzelle aus dem vorderen Horn der grauen Substanz des Rückenmarks vom Rind nach Deiters. *a* Axencylinderfortsatz, *b* verästelte Fortsätze. Vergrösserung 300.



Fig. 29. Eine der mittelgrossen Ganglienzellen aus dem vorderen Horn des Rückenmarkes vom Kalb bei 600facher Vergrösserung nach kurzer Maceration in Jodserum isolirt. Die Fortsätze sind zum Theil kurz abgerissen, wie die drei unteren mit *b* bezeichneten; *a* Axencylinderfortsatz.

nur feinkörnig structurirter Substanz den Kern zu umgeben. Der Verlauf der Fibrillen innerhalb der Ganglienzellen ist ein sehr complicirter. Von jedem Fortsatz aus sieht man sie divergirend in die Ganglienzellensubstanz auslaufen, dann aber in dem Gewirr sich durchkreuzender Fäserchen sich verlieren. Diese Structur existirt im ganz frischen Zustande, wie man sich durch Isoliren der grossen Zellen des frischen Rückenmarkes in Serum überzeugen kann, und erhält sich in ausgezeichnetem Grade in Lösungen der Ueberosmiumsäure, auch in anderen erhärtenden Flüssigkeiten, welche den bald nach dem Tode eintretenden körnigen Zerfall der Fibrillen verhindern, oder keine körnigen Gerinnungen erzeugen.

Remak hat dieser fibrillären Structur zuerst Erwähnung gethan[1], die dann an Ganglienzellen verschiedenen Ursprunges u. A. Leydig, Beale, Frommann, Arnold, Kölliker und ich weiter verfolgten[2], ohne dass über diese wichtige Angelegenheit bisher eine allgemeine Uebereinstimmung erzielt wurde.

1) Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1853.

2) Vergl. Kölliker Handb. d. Gewebelehre, 5. Aufl. p. 251 u. Holzschnitt p. 275.

Bei der grossen Schwierigkeit der Isolirung frischer Ganglienzellen und ihrer zerstreuten Lage erschien es mir wünschenswerth, diejenige Stelle des Gehirns des Zitterrochen, an welcher, wie seit langer Zeit bekannt ist, grosse Ganglienzellen von der Form der motorischen des Rückenmarks dicht gehäuft

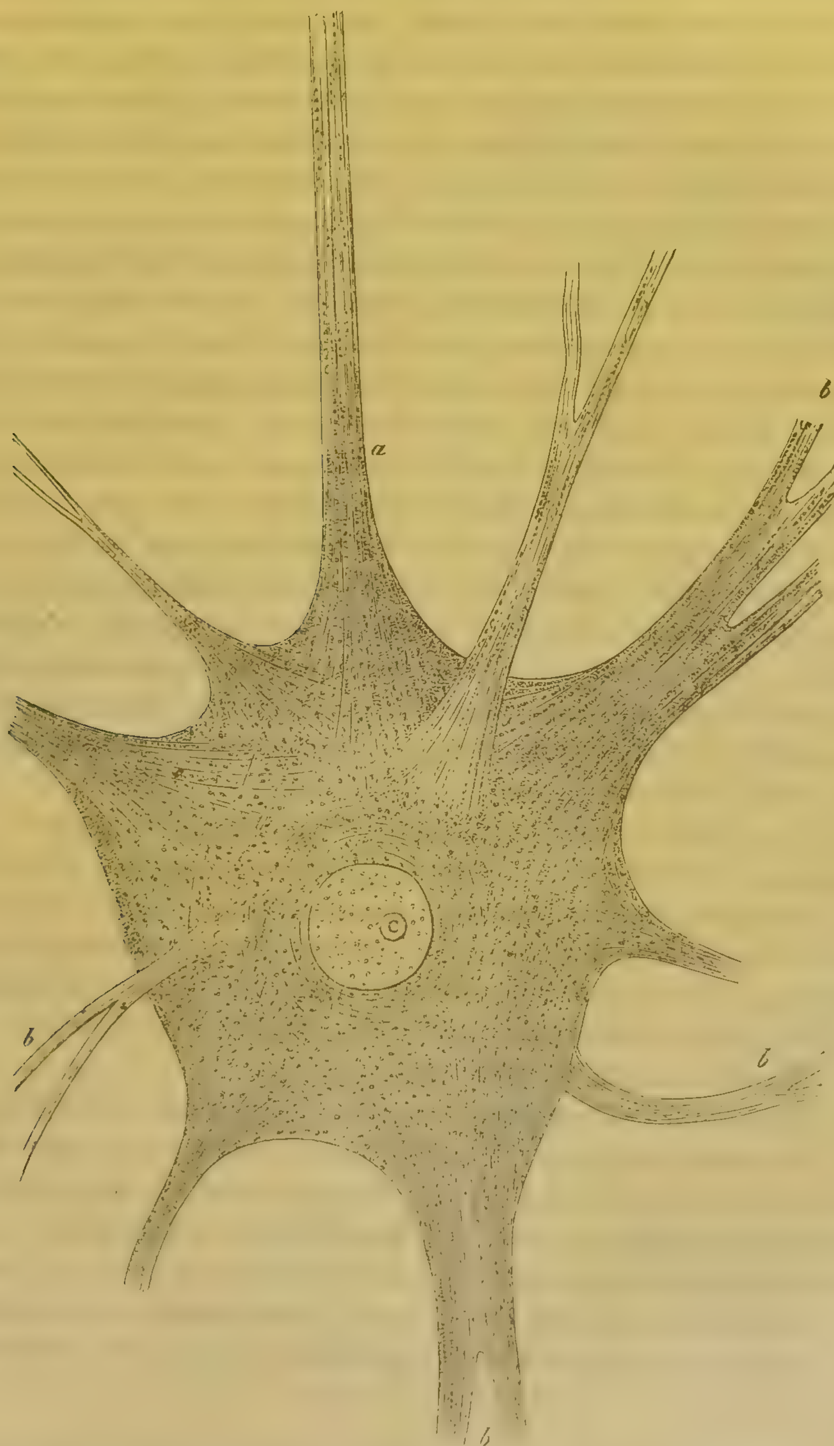


Fig. 30. Ganglienzellen aus dem elektrischen Lappen des Gehirns von Torpedo, mittelgrosses Exemplar, 600 mal vergrössert. *a* Axencylinderfortsatz, alle übrigen verästelte Fortsätze. Frisch nach kurzer Maceration in Jodserum.

nebeneinander liegen, einer genauen Untersuchung im frischen Zustande zu unterwerfen [1]. Hier hat sich auf das Ueberzeugendste ergeben, dass die grossen Zellen aus dem lebenden Thiere entnommen und in Serum präparirt, in welchem sie sich leicht isoliren lassen, in ihren Fortsätzen wie in ihrer Substanz eine exquisit fibrilläre Structur besitzen. Die interfibrilläre Substanz ist bei grossen Exemplaren stark gelb gefärbt und zum Theil grobkörnig. Sie erschwert die Untersuchung der Richtung der Fibrillen, so dass jüngere Exemplare zur Untersuchung vorzuziehen sind. Jeder der zahlreichen Fortsätze dieser Ganglienzellen bezieht seine ihn zusammensetzenden Fibrillen aus denen der Zellsubstanz. Dabei macht es den Eindruck, als wenn die ganze Fibrillenmasse, welche die Ganglienzelle aufbaut, dieselbe nur durchsetzte. Der Kern dieser Zellen liegt in der feinkörnigen fibrillären Umgebung vollkommen scharf abgegrenzt und scheint mit den Fibrillen, die über ihn hinwegziehen, in keinem direkten Zusammenhange zu stehen. Seine Substanz ist homogen, ein grosses Kernkörperchen tritt als glänzende Kugel in seinem Innern sehr deutlich hervor und birgt gewöhnlich eine, ausnahmsweise mehrere Vacuolen. Hiernach besitzt eine solche Ganglienzelle, aus welcher ein Axencylinder für eine peripherisch verlaufende Nervenfaser entspringt, die Bedeutung eines Anfangsorganes für diesen Axencylinder möglicher Weise nur in dem Sinne, als die Fibrillen, welche den Axencylinder zusammensetzen, ihm auf dem Wege der verästelten Fortsätze der Ganglienzelle zugeführt werden, die Fibrillen also, welche man die Ganglienzellensubstanz durchziehen sieht, in der Zelle nicht ihren Ursprung nehmen, sondern in derselben nur eine Umlagerung erfahren behufs Formirung des Axencylinderfortsatzes und Ueberleitung in andere verästelte Fortsätze.

Die Untersuchungen von Deiters haben wahrscheinlich gemacht, dass an dem Ursprung der Hirnnerven die Ganglienzellengruppen, welche durch Stilling als sogenannte Nervenkerne bekannt geworden sind, Ganglienzellen von ganz ähnlicher Form enthalten, wie die vorderen und hinteren Hörner des Rückenmarkes, vornehmlich dass aus jeder dieser Zellen nur ein peripherisch verlaufender Axencylinderfortsatz entspringt, während die übrigen Fortsätze verästelt sich in Primitivfibrillen auflösen.

Bekanntlich finden sich im Gehirn eine grosse Menge von Ganglienzellen zerstreut, aus denen peripherisch verlaufende Nervenfasern nicht direkt abzuleiten sind, so z. B. die retortenförmigen Ganglienzellen der Rinde des kleinen Hirns, und die bekannten eigenthümlich gestalteten der grauen Rinde des grossen Hirns, deren genauere Kenntniss wir in der neuesten Zeit Rudolph Arndt [2] und Meynert [3] verdanken. Bei den ersteren soll nach Deiters [4] der unpaare, der weissen Substanz des kleinen Hirnes zugerichtete Fortsatz dem Axencylinder-

---

1) Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonner Universitätsprogramm, Aug. 1868. 2) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. III, p. 441.
3) Vierteljahrsschrift f. Psychiatrie, 1. u. 2. Bd. 4) l. c. p. 72.

fortsatz entsprechen, die peripherisch verlaufenden Fortsätze dieser Zellen sind bekanntlich baumförmig verästelt. Andere Forscher wie GERLACH[1] wollen auch an dem centralen Fortsatz dieser Zellen Verästelungen gesehen haben. Jedenfalls scheint eine direkte Uebertragung des Schemas der Ganglienzellen des Rückenmarkes auf die in Rede stehenden nicht hinreichend begründet. Dagegen habe ich mit der grössten Deutlichkeit fibrilläre Structur auch an diesen Ganglienzellen des kleinen Hirnes und ihren peripherischen Fortsätzen wahrgenommen, wie solche auch schon KÖLLIKER an letzteren beobachtet hat[2], so dass in dieser Richtung ein Unterschied gegenüber den früher betrachteten Ganglienzellen nicht zu herrschen scheint. Dasselbe gilt für die Zellen der grauen Rinde des grossen Hirns. Wie MEYNERT und ARNDT angeben, befindet sich an diesen ein dickerer peripherischer Fortsatz und eine grössere Zahl verästelter, welche der weissen Substanz zugekehrt sind. Die Ganglienzellen haben eine annähernd kegelförmige Gestalt, die Basis des Kegels ist der weissen Substanz zugerichtet und sendet eine Anzahl schnell sich verästelnder Fortsätze aus, die Spitze des Kegels geht in einen längeren, dickeren, anfänglich unverästelten Fortsatz über. An diesem Fortsatz, welchen man dem Axencylinderfortsatz vergleichen wollte, habe ich jedoch, wie MEYNERT, früher oder später eintretende dichotomische Theilung und weitere Verästelung erkennen können und zwar an durch Maceration in Jodserum isolirten, vollkommen freigelegten Ganglienzellen. Dasselbe sah ich an den ähnlich gestalteten Ganglienzellen des Pes hippocampi major, von denen DEITERS annahm, dass eben dieser dickere Fortsatz ein Axencylinderfortsatz sei[3]. Ich kann demgemäss wie von den Zellen der grauen Hirnrinde so auch von diesen nicht annehmen, dass sie ohne Weiteres dem Schema der multipolaren Zellen des Rückenmarkes sich unterordnen. Dagegen besitzen auch diejenigen des grossen Hirns, wie ich beobachtete, exquisit fibrilläre Structur und erscheinen demgemäss mehr als Durchgangspunkte für bereits gebildete wie als Ursprungsheerde für bis dahin noch nicht existirende Nervenfibrillen.

Ausser den genannten grösseren Zellen des Hirns kommen in demselben in enormer Zahl kleine Zellen vor, deren Kern nur von wenig Substanz umgeben ist. Von einem Theile derselben ist nachgewiesen, dass sie Fortsätze aussenden, welche freilich mit Rücksicht auf ihr endliches Schicksal durchaus unbekannt geblieben sind, welche aber doch hinreichen, die Zellen als Nervenzellen zu charakterisiren und von Bindegewebszellen zu unterscheiden, die in der spongiösen Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems unzweifelhaft vorkommen. Unter diesen kleinen Zellen scheint es multipolare, bipolare und unipolare zu geben. Im kleinen Gehirn bilden dieselben dichte Lagen und schon GERLACH[4] und später FRANZ SCHULZE[5] haben nachgewiesen, dass ihre Fortsätze fast unmessbar feine Fibrillen darstellen.

1) Mikroskop. Studien p. 11. 2) Handb. d. Gewebelehre, 5. Aufl. 1867, p. 243.
3) l. c. p. 66. 4) Mikroskopische Studien Taf. II.
5) Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirns, Rostock 1863, Fig. 11.

Wenn es darauf ankommt, nach dem Centralursprung der Primitivfibrillen im Gehirn und Rückenmark zu fragen, welche in die grösseren Ganglienzellen bereits fertig gebildet eintreten, so würden wir uns an diese kleinsten, vielleicht zum Theil unipolaren Nervenzellen halten können. Doch bleibt hier Alles noch Hypothese. Nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse vermögen wir für keine einzige Primitivfibrille des Nervensystems den centralen Anfang nachzuweisen, so sicher uns auch die peripherischen Enden eines grossen Theiles derselben bekannt sind. Der Analogie nach zu schliessen ist das centrale Ende zu suchen entweder in der Zellsubstanz der Nervenzellen, oder in deren Kern, oder im Kernkörperchen. Für alle drei Arten des centralen Endes von Nervenfibrillen sind Beobachtungen geltend gemacht. Eine irgend befriedigende Sicherheit ist jedoch auf diesem Gebiete noch nicht erreicht worden, und wäre es meinen Beobachtungen zufolge denkbar, dass ein wirkliches Ende von Fibrillen im Gehirn und Rückenmark gar nicht existire, das heisst dass alle Fibrillen an der Peripherie entspringen, die Ganglienzellen also nur durchsetzen.

Die Frage nach den Beziehungen der Nervenfasern zu den Ganglienzellen ist dem Obigen zufolge in gewisser Richtung immer noch eine offene. Wenn auch die lange Zeit hindurch besonders von Valentin vertretene Ansicht, dass die Nervenfasern die Ganglienzellen nur umspinnen, also in eine direkte Verbindung mit ihnen nicht treten, seit Remak und Helmholtz durch eine Reihe der glänzendsten Forschungen widerlegt ist, so ist damit die Frage nach dem centralen Anfang der Nervenfasern durchaus noch nicht gelöst. Wenn wir eine Nervenfaser in ihrem Verlauf durch eine bipolare Ganglienzelle unterbrochen sehen, wie dies Bidder (1847) zuerst so schön abgebildet und erläutert hat, so ist damit zunächst für die Frage nach dem centralen Ursprunge der Faser natürlich Nichts gewonnen. Diese Ganglienzelle ist wesentlich nur eine kernhaltige Anschwellung des Axencylinders. Gehen wir weiter central, so kommen wir auf eine multipolare Ganglienzelle des Rückenmarks oder der medulla oblongata, aus welcher nach Deiters' wichtiger Entdeckung der Axencylinder der bezüglichen Faser als ungetheilter Fortsatz hervorgeht. Die vielen anderen Fortsätze der Zelle setzen diese letztere und mit ihr den Axencylinder in eine Abhängigkeit von entfernteren Gegenden der Centralorgane und wahrscheinlich auch der Peripherie des Körpers, welche uns nicht erlaubt, die Ganglienzelle schlechtweg den Anfang der Nervenfaser zu nennen. Vergleichen wir den Axencylinderfortsatz dem Stengel einer Pflanze und seine Verzweigung und die peripherischen Endorgane den Aesten mit Blättern und Blüthen, so ist die Ganglienzelle der Wurzelstock, die verästelten Fortsätze dieser letzteren aber gleichen den unterirdischen Wurzelfasern. Diese haben wir zu verfolgen, um auf das der peripherischen Endigung entgegengesetzte Ende zu kommen. Durch den von mir geführten Nachweis der exquisit fibrillären Structur der Ganglienzellensubstanz und aller ihrer Fortsätze ist der Weg gewiesen, auf welchem die eigentlich centralen Anfänge der den Axencylinder zusammensetzenden Fibrillen zu suchen sind. Leider entziehen sich die Einzelfibrillen in der Substanz der Zellen einer genaueren Verfolgung.

Der obige Vergleich der Ganglienzelle und ihrer Fortsätze mit dem Wurzelstock, dem Stengel und den Wurzelfasern einer Pflanze hinkt freilich wie alle Vergleiche. Die verästelten Fortsätze einer multipolaren Ganglienzelle z. B. des vorderen Hornes des Rückenmarkes sind durchaus nicht alle dazu bestimmt, Primitiv-

fibrillen nur dem Axencylinderfortsatz zuzuführen. Vielmehr kann dieser nur eine Auswahl erhalten, die übrigen ziehen auf dem Wege verästelter Fortsätze nach andern Richtungen. So wird die Ganglienzelle zu einem Knotenpunkt zahlloser, aus den verschiedensten Regionen des Nervensystems stammender Einzelfibrillen, deren ein aus diesen gesammeltes Bündel als Axencylinder zu einer Faser zusammengefasst und mit Markscheide umgeben sofort peripherisch verläuft, die anderen unbekannte Wege ziehen.

Es bleibt zu erörtern, ob nicht, wenn auch noch so viele fertiggebildete Fibrillen die Ganglienzelle durchziehen, doch einzelne neue in ihr entstehen. In dieser Richtung wäre zunächst an die interfibrilläre körnige Substanz zu denken, ihrem Ursprunge nach wahrscheinlich ein Ueberrest des embryonalen Protoplasma, durch dessen Thätigkeit die Fibrillen differenzirt wurden, eine Substanz, die möglicherweise in der unmittelbaren Umgebung des Kernes in grösserer Menge und in einer der embryonalen Bedeutung verwandteren Function persistirt. So wahrscheinlich es ist, das einzelne Fibrillen von dieser Substanz ihren Anfang nehmen, so liegen doch keinerlei Beobachtungen vor, welche dies beweisen. Daneben ist vielfach von einer anderen Art des Ursprunges neuer Fibrillen oder dickerer Fasern in Ganglienzellen die Rede gewesen. Seit Harless[1] in den grossen Zellen des Gehirns von Torpedo die Kerne und Kernkörperchen als Ausgangspunkte von Nervenfasern bezeichnete, sind von vielen Seiten, zunächst von Axmann, Lieberkühn und Wagner, dann von Beale, Arnold, Frommann, Jolly und Courvoisier ähnliche Angaben für andere Ganglienzellen, namentlich für die des Sympathicus vom Frosch gemacht worden. Aber auch bei Zellen des Rückenmarkes bezeichnet Frommann und Arnold[2], und für solche des Gehirns Meynert den Kern und das Kernkörperchen als Centra für Fasern, die ihrer Feinheit nach zum Theil mit unseren Primitivfibrillen zu vergleichen sind. Ich befinde mich in Uebereinstimmung mit Kölliker und anderen Forschern, wenn ich ein solches Vorkommen zum mindesten nicht für das gewöhnliche erkläre. Es ist mir ebensowenig wie Kölliker gelungen, ein sicheres Beispiel solchen Faserursprunges zu sehen.

Anastomosen zwischen benachbarten Ganglienzellen kommen vor, doch ist es sehr schwer, über die Constanz und Häufigkeit dieses Vorkommens ein sicheres Urtheil zu gewinnen. Da es Ganglienzellen mit zwei Kernen gibt, z. B. regelmässig im Sympathicus des Kaninchens nach Guye und Schwalbe, vereinzelt im Gehirn, so kann eine Form der Ganglienzellen-Anastomosen auf den Typus der zweikernigen Zelle zurückgeführt werden, diejenige nämlich, bei welcher eine kurze dicke Brücke die beiden kernhaltigen Körper mit einander verbindet. Solche Anastomosen haben in neuester Zeit aus der Rinde des grossen Gehirns Meynert, R. Arndt und Besser beschrieben. Dieselben scheinen sich aber nur sehr vereinzelt zu finden. Die zahllosen Anastomosen der grossen Ganglienzellen der Nervenkerne im Rückenmark und der medulla oblongata, welche u. A. Schröder van der Kolk und Lenhossek abbilden, sind längst als Täuschungen erkannt. Andere Anastomosen zwischen den Ganglienzellen der verschiedenen Schichten der Hirnrinde, welche Meynert annimmt, sind noch näher zu beweisen. Ganz zweifelhaft ist es, ob es uns jemals gelingen wird, solche Anastomosen zwischen Ganglienzellen zu beobachten, welche auf dem Wege der feinsten Ausläufer der verästelten Fortsätze zu Stande kommen. Die sorgfältigsten Isolirungsversuche von Deiters haben nur negative Resultate ergeben. Ebenso ist es mir bei vielen bezüglichen Versuchen an dem zum Studium der Ganglienzellen unübertrefflich geeigneten electrischen Lappen des Gehirns vom Zitterrochen

1) Müller's Archiv 1846, p. 387, Taf. X.
2) Arnold in Virchow's Archiv Bd. 41. Taf. IV.

gegangen. Obgleich Rud. Wagner hier früher deutliche Anastomosen erkannt zu haben angibt, habe ich mittelst besserer Isolirungsmethoden kein Beispiel einer solchen auffinden können.

Endlich kann ich hier noch einer interessanten Bereicherung unserer Kenntniss von den Endigungen der Nerven Erwähnung thun, welche mir während des Druckes obiger Bogen zugegangen ist. Paul Langerhans fand, wie er in Virchow's Archiv Bd. 44 pag. 325 beschreibt und auf Taf. XII daselbst abbildet, Fortsetzungen der marklosen Fasern der Lederhaut des Menschen zwischen die Zellen des rete Malpighii eindringen ganz nach Art der oben pag. 120 erwähnten, von Hoyer und Cohnheim entdeckten Nervenendigungen in der cornea. Diese Nervenfibrillen endigen aber nicht frei, sondern gehen, wie Langerhans in hohem Grade wahrscheinlich macht, sämmtlich in kleine, zwischen den Zellen der unteren Schichten des rete liegende Zellen über, welche wieder mehrere feine faserartige Ausläufer in die oberen Schichten senden, welche dann unterhalb des stratum corneum leicht angeschwollen endigen. Mit den Tastkörperchen haben diese Nervenfasern keine Verbindung. Durch diese Beobachtungen, welche diejenigen von Tomsa u. A. über Nervenendigungen in der Lederhaut sehr wesentlich ergänzen, ist endlich auch bei der menschlichen Haut die innige Beziehung von Nervenenden und epithelialen Bedeckungen nachgewiesen, welche seit 1856 nach und nach für alle übrigen Sinnesorgane aufgefunden worden ist und anfänglich mit so grossem Misstrauen aufgenommen wurde. Auch fällt hiermit wieder ein Grund mehr, Nervennetzen die Bedeutung von terminalen Bildungen zu vindiciren.

Noch bemerke ich, dass durch ein Versehen oben auf pag. 125 bei Gelegenheit der Besprechung der Nervenendigungen an der Peripherie der Hinweis auf W. Kühne's Beobachtungen über die Endigung eines Theiles der Hornhautnerven in contractilen Zellen der bindegewebigen Grundlage der Hornhaut[1] unterblieben ist, was hiermit nachzutragen.

---

1) Untersuchungen über das Protoplasma 1864, p. 132

Capitel IV.

Gewebe der organischen Muskeln.

Von

J. Arnold.

Die Bestandtheile dieses Gewebes sind contractile spindelförmige Fasern, Binde- und Kittsubstanz, Gefässe und Nerven.

Form- und Maassverhältnisse. Die spindelförmigen Fasern (auch als glatte Muskelfasern, contractile oder musculöse Faserzellen bezeichnet) erscheinen im isolirten und nicht contrahirten Zustande als rundliche, häufig von zwei oder mehreren Seiten etwas abgeplattete, selten als plattovale Fasern. Sie sind ungefähr in der Mitte leicht bauchig aufgetrieben und verschmälern sich von da allmählich nach beiden Enden, so dass sie die Gestalt einer Spindel erhalten (Fig. 31 *a*). Die spindelförmige Auftreibung liegt häufig einem der beiden Enden näher (Fig. 31 *b*). Die letzteren sind bei manchen Fasern nicht einfach, sondern ein oder mehrmal eingespalten, so dass solche Spindeln an dem einen oder den beiden Polen Ausläufer besitzen. Je nachdem die Spaltung mehr oder weniger tief geht, wechselt die Länge, Form und gegenseitige Stellung dieser Ausläufer (Fig. 31 *c*). In dem letzteren Falle sind sie kurz, schmal und laufen mehr parallel, in dem ersteren sind sie lang, breit und divergiren manchmal so stark, dass sie unter fast rechten Winkeln zusammenstossen. Diese gabelige Spaltung der Muskelfasern findet sich namentlich an denjenigen Stellen, wo die Muskelbündel netzförmig verbunden sind, und darf deshalb wohl auf diese eigenthümliche Anordnungsweise bezogen werden. Wenigstens liegen in der Harnblase des Frosches gerade an den Knotenpunkten besonders häufig Fasern mit gabeligen Theilungen. Die Flächen der Muskelfasern sowie die Randcontouren sind im Allgemeinen glatt, zuweilen sind die letzteren etwas zackig, die ersteren uneben: Erscheinungen, welche wie das Umgebogensein der Enden als Leichenerscheinung oder als Folgen der Präparation gedeutet werden müssen. In anderer Weise ist der Befund von Querstreifen, welche in grösserer Zahl und regelmässigen Abständen an einer oder beiden

Flächen der Faser getroffen worden, aufzufassen. Sie sind nach den übereinstimmenden Untersuchungsresultaten von Meissner[1] und Heidenhain[2] als Contractionsphänomene zu erklären.

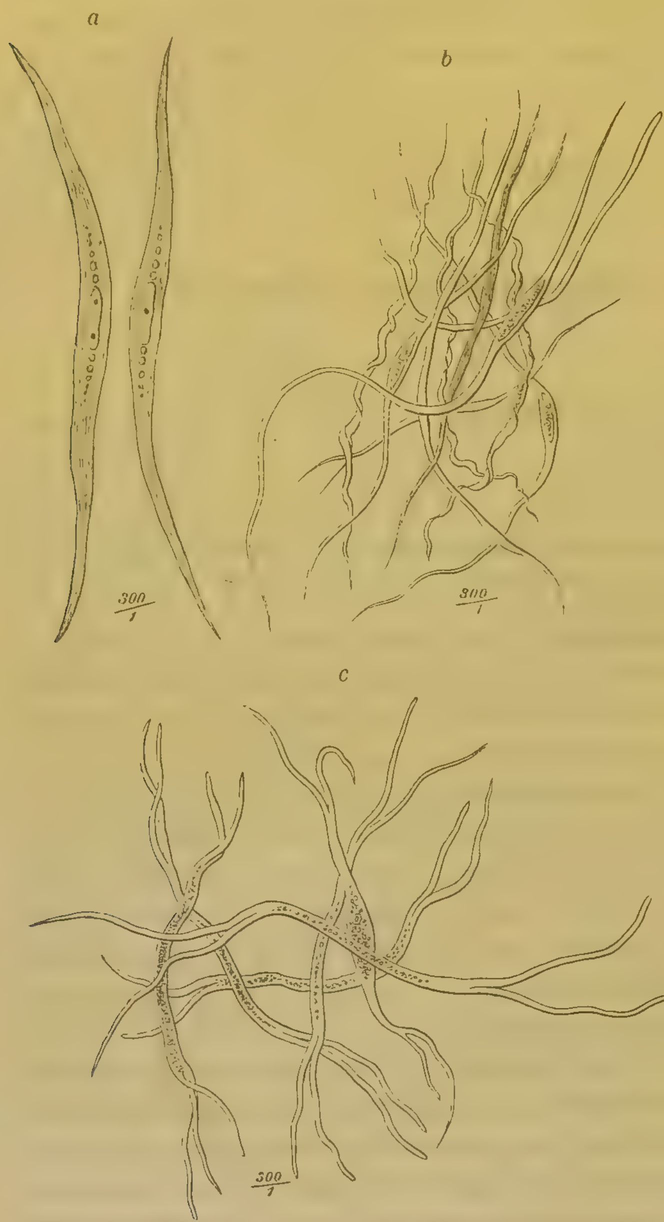


Fig. 31. *a* Muskelfasern mit Serum. *b* Muskelfasern aus der Muscularis des Darmes mit Salpetersäure isolirt. *c*. Gabelig getheilte Muskelfasern aus einer pleuritischen Schwarte.

Die Länge der einzelnen Fasern schwankt zwischen 0,045—0,230 Mm.; die mittlere Länge beträgt 0,048—0,089 Mm., die Breite 0,004—0,01 Mm.

Structur der glatten Muskelfasern. Die Substanz der musculösen Faserzellen erscheint an frischen mit Serum befeuchteten Objecten matt, wird aber häufig nach den Rändern etwas glänzend. Während an vielen in der Substanz keine weitere Zeichnung nachweisbar ist, lassen andere mehr oder weniger deutlich eine Längsstreifung erkennen, die manchmal gegen die Enden stärker hervortritt und bei Zusatz von verdünnter Chromsäurelösung (0,01%) oder Goldlösung (0,1%) leichter wahrnehmbar wird (Fig. 31 *a*). In manchen Fasern sind an verschiedenen Stellen und in unregelmässiger Anordnung dunkle, glänzende Körnchen, die auf Alkoholzusatz verschwinden, eingebettet. Diese dürfen nicht mit den Körnern verwechselt werden, welche ziemlich regelmässig an den beiden Enden des Kerns vorhanden sind. Von den Polen des letzteren gehen nämlich Körnerreihen aus, die mehr oder weniger weit gegen die Enden der

1) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. II 1858.
2) Stud. d. phys. Inst. 1861.

Faser hin reichen und mit Rücksicht auf ihre Anordnung eine pyramidale Form dadurch erhalten, dass die Grösse der Körner mit der Entfernung von den Polen des Kerns abnimmt. Diese Körner sind in eine Substanz gebettet, welche gleichfalls die Form einer Pyramide besitzt und sich von der Umgebung im durchfallenden Lichte durch grössere Helligkeit auszeichnet. An manchen Fasern läuft mehr oder weniger weit nach innen von dem Randcontour und nicht genau parallel mit ihm eine zweite Linie. Es bildet diese die Grenze zwischen einer äusseren dunkleren und einer inneren lichteren Schichte. Dieselbe Zeichnung erhält man auf dem Querschnitt einzelner Fasern, an denen die Rindenschichte als dunkler Ring, der die übrige mehr lichte Masse umschliesst, sichtbar wird. Der äussere Contour desselben ist immer deutlich, der innere dagegen nie scharf ausgesprochen. Die Dicke der Rindenschicht ist eine wechselnde, in vielen Fasern fehlt die dichtere Lage an der Peripherie ganz.

Margo [1] berichtet von innerhalb der Faserzellen reihenweise gestellten, durch kleine Zwischenräume von einander getrennten Pünktchen, Wagener [2] von einer deutlichen Längsstreifung, die gegen die Enden der Fasern den Eindruck einer Anordnung in Fibrillen machen. Der Körnerreihen über den Kernpolen erwähnt zuerst Klebs [3], später Frankenhäuser [4] und Wagener (l. c.).

Kern. Form- und Maassverhältnisse. Der Kern der Faserzellen ist meist einfach, sehr selten mehrfach, immer ausgesprochen stabförmig, an den Enden abgerundet oder an dem einen oder beiden Polen spitz zulaufend, zuweilen ein oder mehrmal spiralig gedreht. Auf dem Durchschnitt erscheint der Kern rund oder etwas eckig. Während er fast ausnahmslos in dem spindelförmig erweiterten Theil der Faser liegt, ist sein Lagerungsverhaltniss im Dickendurchmesser der Faser weniger regelmässig, indem er auf Querschnitten bald in der Mitte des Ringes, der der durchschnittenen Faser entspricht, bald näher dem einen oder anderen Randcontour desselben, bald dicht an diesem sich findet. Auch die beiden Pole des Kernes scheinen nicht immer in gleicher Höhe zu liegen. Die Länge der Kerne schwankt zwischen 0,015—0,022 Mm., deren mittlere Breite beträgt 0,002—0,003 Mm.

Structur des Kerns. An frischen mit Serum befeuchteten Muskelfasern ist der Kern zwar wahrnehmbar, aber nicht deutlich contourirt, bei Zusatz von Chromsäure (0,01 %), Essigsäure (1 %) und Goldchlorid (0,1 %) werden die Contouren scharf und dunkel, der zuvor homogene Inhalt feinkörnig. An Serum- und Goldchloridpräparaten (weniger deutlich an Essigsäurepräparaten) lassen sich in der Substanz vieler Kerne ein, zwei bis vier grössere (0,001—

1) Margo, Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachsthum und den Bau der Muskelfasern. 1859.

2) Wagener, Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften Nr. 10. 1859.

3) Klebs, Virch. Arch. Bd. 32. 1865.

4) Frankenhäuser, Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern. 1867.

0,002 Mm.) stark glänzende, runde Körner nachweisen (Fig. 31 *a*). Ist ein Korn vorhanden, so liegt es ungefähr in der Mitte, häufig näher dem einen Kernpole; sind es deren zwei, so finden sie sich in den beiden Kernenden. Am deutlichsten treten diese Körner auf dem Querschnitt des Kernes hervor und werden sie hier selten vermisst. Auch an isolirten Kernen sind sie wahrnehmbar und liegen bei solchen zuweilen dicht am Rande oder springen sogar mehr oder weniger über dessen Randcontour vor.

Eine besondere Aufmerksamkeit hat Frankenhäuser (l. c.) der Structur des Kernes zugewendet. Nachdem vor ihm nur Hessling [1] von der Existenz eines Kernkörperchens in dem Kern berichtet hatte, bezeichnet Frankenhäuser dasselbe als wesentlichen und nie fehlenden Bestandtheil. Auch Piso-Borme [2] hat Kernkörperchen wahrgenommen.

Verbindung und Anordnung. Die contractilen Faserzellen werden durch Kittsubstanz zu Bündeln oder Membranen von wechselnder Dicke vereinigt. Die gegenseitige Verbindung der Fasern geschieht in der Art, dass zwischen mit ihren spindelförmigen Mittelstücken sich anliegenden Fasern zwei oder mehrere mit ihren Enden hereingreifen: eine Anordnung, durch die eine innige Fügung der Gewebstheile ermöglicht wird. Legen sich die Fasern vorwiegend in der Flächenausbreitung aneinander, so kommt es zu der Bildung von ein- oder mehrschichtigen Membranen, in denen die in einer Schichte gelegenen Fasern gewöhnlich dieselbe Verlaufsrichtung einhalten, während diejenigen der verschiedenen Lagen in sehr verschiedenen Richtungen ziehen können. Verbinden sich die Fasern nicht nur in einer sondern in mehreren Richtungen, so entstehen Bündel von Muskelfasern. Diese haben eine verschiedene Länge und Dicke, ziehen einander parallel, oder kreuzen sich unter spitzen und stumpfen Winkeln, oder sind netzförmig angeordnet und vielfach unter einander verflochten. Aus diesen Differenzen in der Verlaufsrichtung und der Art ihrer gegenseitigen Verbindung erklärt sich die Unregelmässigkeit der Zeichnung an manchen Querschnitten. Während auf dem Querschnitt von Membranen und Bündeln, deren Muskelfasern parallel laufen, neben und über einander liegende Ringe von rundlicher oder eckiger Form mit central oder seitlich gelagerten querdurchschnittenen Kernen getroffen werden, finden sich an Querschnitten von Bündeln mit sehr wechselndem Faserverlauf Quer- und Schiefschnitte der Fasern und Kerne (Fig. 32 *a* u. *b*). Die Menge der Kittsubstanz ist bald eine sehr spärliche, so dass sich die Fasern berühren oder nur durch ganz schmale Kittleisten von einander getrennt werden, bald eine massigere. In dem ersteren Fall erscheinen auf dem Querschnitt die Muskelfasern mehr als dichtstehende polygonale Felder, in dem letzteren Fall als rundliche Ringe, zwischen denen mehr oder weniger breite Kittleisten liegen.

Die sonst homogene Kittsubstanz enthält ziemlich viele ästige blasse Zellen, deren Ausläufer unter einander anastomosiren. Ausserdem finden sich

1) Hessling, Gewebelehre 1866.
2) Piso-Borme, Moleschott's Untersuchungen Bd. IX. 1860.

noch in ihr 0,001—0,002 Mm. grosse, dunkle, glänzende Körnchen, die sich durch diese Eigenschaften von der übrigen Kittsubstanz unterscheiden und in jedem Präparat in ziemlich grosser Zahl getroffen werden. Sie liegen bald in der Mitte der Kittleisten, bald dicht an dem Rande der spindelförmigen Auftreibung der Fasern und sind den Körnern im Kern vollkommen ähnlich. An Goldpräparaten erscheinen sie dunkelviolett, immer viel dunkler als andere Theile der Kittsubstanz (Fig. 32 *c*).



Fig. 32. *a* Querdurchschnittene Längsfaserschichte eines Froschdarmes. *b* Querdurchschnittene Muskelbündel aus dem Uterus des Schafes. *c*. Muskelbalken aus der Harnblase des Frosches mit Essigsäure.

Die Muskelmembranen werden an ihren äusseren und inneren Flächen, die Muskelbündel an ihrer Peripherie von einer bindegewebigen Masse, die meist deutlich fibrillär ist, lockige Bindegewebszüge und elastische Fasern enthält, umgeben. Dieselbe vermittelt bei den ersteren die Verbindung der verschiedenen Schichten, bei den letzteren die der Bündel unter einander. Zuweilen gestaltet sie sich zu einer derben, festen, platten oder rundlichen Masse um, die, wie Treitz [1] nachgewiesen hat, die Rolle einer Sehne übernimmt.

Gefässe. In den Bindegewebslagen, welche die Muskelmembranen und Muskelbündel umkleiden, verlaufen grössere, kleinere und kleinste arterielle Gefässe, die zu einem Netz von Capillaren sich auflösen, aus dem die

1) Prager Vierteljahresschrift Bd. I, 1852.

Venen mit feinen Wurzeln entspringen. Die venösen Stämmchen liegen gleichfalls in dem umhüllenden Bindegewebe. Dagegen durchziehen die Capillaren die Muskellagen selbst. Die Maschen des Capillarnetzes sind bald mehr länglich, bald mehr rund oder rhomboidal, mässig weit. Die dasselbe zusammensetzenden Capillargefässe zeigen keine wesentliche Besonderheiten.

Nerven. In allen Organen oder Organtheilen, bei deren Zusammensetzung das Gewebe der organischen Muskelfasern eine wesentliche Rolle spielt, finden wir, von Abweichungen in einzelnen Punkten abgesehen, eine ziemlich gleichartige Anordnung der Nerven. Die zu dem Organ herantretenden Nervenstämmchen enthalten dunkelrandige und blasse Nervenfasern in wechselnder Zahl. Die ersteren besitzen die für markhaltige Fasern charakteristischen Eigenschaften, sind bald breiter, bald schmäler und überwiegen in den meisten Stämmen; doch giebt es auch einzelne Stämmchen, die vorwiegend aus marklosen Fasern bestehen und nur einige dunkelrandige enthalten. Die ersteren erscheinen als feine, glänzende Fäden von 0,0018 bis 0,0023 Mm. Breite, die von Stelle zu Stelle eine 0,003 bis 0,005 Mm. dicke Kernanschwellung besitzen: Eigenschaften, durch die sie sich sofort selbst von den dünnsten markhaltigen Fasern unterscheiden. Die aus

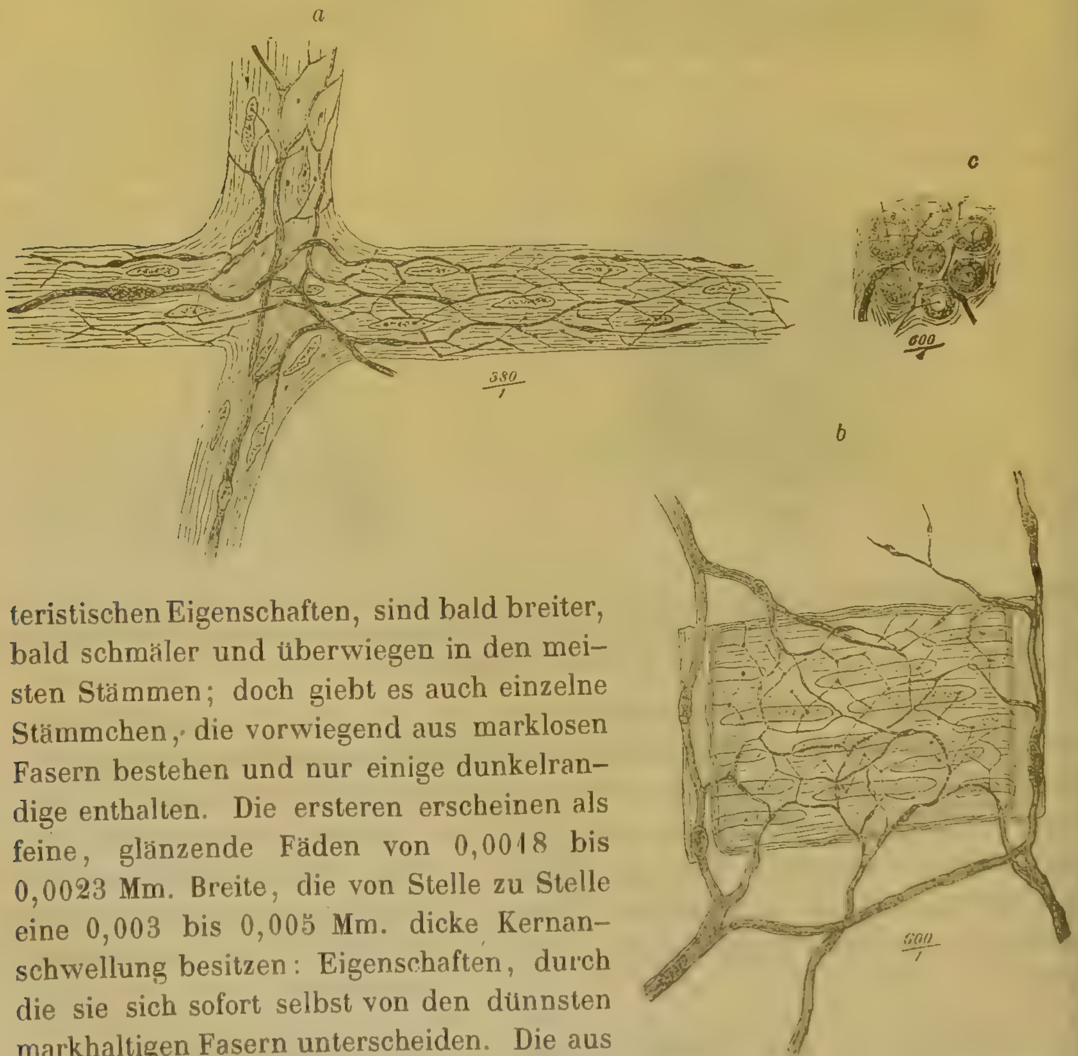


Fig. 33. *a* Nervenverzweigung und Endigung in einem Muskelbündel aus der Harnblase des Frosches (Goldpräparat). *b* Nervenverzweigung der Muscularis einer kleinen Arterie Essigsäure 1% und Chromsäure 0,01%). *c* Nervenverzweigung in querdurchschnittenen Muskelbündeln aus dem Uterus des Schafes (Schnitt von einem in Eis gefrorenen Muskelstück mit Chromsäure 0,01% befeuchtet.

dunkelrandigen und blassen Fasern zusammengesetzten Nervenstämme liegen immer ausserhalb der musculösen Organe oder Organtheile in dem diese umhüllenden Bindegewebe und bilden unter einander weitmaschige Plexusformationen, in denen die Fasern sich aneinander legen, kreuzen und von einer Masche in die andere übertreten. In diesem Plexus grösserer Stämmchen (Grundplexus) liegen bald mehr bald weniger Ganglienzellen, die sich oft zu mikroskopischen Ganglien gruppiren. Aus dem eben beschriebenen Plexus biegen erstens dunkelrandige Fasern ab, die nach kürzerem oder längerem Verlauf die Gestalt von breiten blassen Bändern annehmen. Diese besitzen eine feine Längsstreifung und in wechselnden Abständen Kerne, die bald schmäler sind als die Faser, bald breiter und deren Contouren überragen. Diese blassen Fasern sind 0,004—0,005 Mm. breit; ihre Kerne besitzen so ziemlich denselben Durchmesser. Auf dem weiteren Verlauf werden sie ziemlich rasch schmäler und zerfallen in feinere, glänzende, mit Kernanschwellungen versehene 0,0018—0,0023 Mm. dicke Fasern, die mit den in den Stämmen gelegenen übereinstimmen. Diese Fasern bilden Netze, deren Maschen ziemlich weit, von rhomboidaler oder mehr länglicher Form sind. An den Knotenpunkten liegen mit deutlichen Kernkörperchen versehene Kerne oder Nervenzellen ähnliche Körper. In dieses Netz treten ausserdem blasse Fasern direct aus dem Grundplexus ein. Das eben beschriebene, aus blassen Fasern bestehende Netz liegt unmittelbar auf oder unter den Muskelmembranen, umspinnt die Muskelbündel und vermittelt wahrscheinlich einen ausgiebigen Austausch zwischen den aus dem Grundplexus abzweigenden Fasern (intermediäres Netz, Fig. 33*b*). In den grösseren Muskelbündeln findet man zuweilen auch Theile des intermediären Netzes innerhalb der Muskellagen. Im Allgemeinen kann aber die oben geschilderte Anordnung als die regelmässige bezeichnet werden. Von dem intermediären Netz treten feine Fasern ab, die zwischen die Muskelfasern selbst eindringen, nahe den Abbiegungsstellen noch Kernanschwellungen tragen, diese aber später verlieren und rasch sich verschmälern (Fig. 33*a*). Durch wiederholte Theilung werden sie zu feinen 0,0003—0,0005 Mm. dicken, runden und dunklen Fäden. Diese enthalten sowohl in ihrem Verlauf sowie an den Theilungsstellen dunkle Körnchen, die bald eine mehr rundliche, bald elliptische oder eckige Gestalt besitzen und durch ihre etwas bedeutendere Grösse (0,001—0,0018 Mm.) und ihren stärkeren Glanz sehr häufig den Verlauf der Fäden anzeigen (Fig. 33 *a* u. *b*). Sie sind an mit Serum befeuchteten Präparaten nachweisbar, während die sie verbindenden Fadenbildungen ohne Anwendung von anderen Reagentien nur undeutlich zur Wahrnehmung kommen. Bei der Beschreibung der Kittsubstanz wurden dieselben bereits erwähnt. Auch diese feine Körnchen führenden Fäden verbinden sich wieder unter einander und setzen sehr engmaschige Netze zusammen, die in den Kittleisten zwischen den Muskelfasern gelegen sind und diese in Form feiner, dunkler, durch Körnchen unterbrochener Linien umspinnen (intramusculäre Netze). An Querschnitten gefrorener, mit Serum und Goldchlorid behandelter Muskelstücke können diese feinen Körnchen füh-

renden Fasern, sowie deren Beziehung zu der Kittsubstanz einerseits, den Muskelfasern andererseits am leichtesten nachgewiesen werden (Fig. 33c). Aus den intramusculären Netzen gehen dunkle, eigenthümlich starre, 0,00015 bis 0,0002 Mm. dicke Fäden meistens in der Nähe der spindelförmigen Auftreibung der Muskelfasern ab, die in die Substanz der letzteren selbst eintretend, gegen den Kern ziehen. Solcher Fäden dringen, je nachdem nur ein oder mehrere Körner im Kern vorhanden sind, bald nur einer bald mehrere von derselben Seite in diesen ein; immer aber treten sie zu den Körnern des Kernes heran und wären diese somit als die Enden der Fäden aufzufassen, wenn nicht in sehr vielen Fällen von ihnen wieder Fäden abgingen, die in entgegengesetzter Richtung die Substanz des Kernes und der Muskelfaser durchsetzend in das intramusculäre Netz ausmünden. Es sind somit die Körner nicht die Enden, sondern im Kern gelegene Knotenpunkte des feinsten Nervennetzes. Auch über diese Verhältnisse erhält man an Querschnitten die beste Auskunft (Fig. 33c).

Nachdem schon Klebs (l. c.) erkannt hatte, dass eine innigere Beziehung zwischen den feinsten Nervenfäden und der Substanz der Muskelfasern bestehe, wurde durch Frankenhäuser[1] nachgewiesen, dass die ersteren in die letzteren eindringen und zu den Körnern des Kernes, die Frankenhäuser als Kernkörperchen deutet, treten. Die eben mitgetheilten Angaben sind das Resultat eingehender Untersuchungen, über welche ich an einem andern Orte ausführlicher berichten werde. Bezüglich des Verhaltens der feinsten Fäden zu der Substanz der Muskelfasern und des Kernes, sowie zu den Körnern der letzteren stimme ich mit Frankenhäuser überein. Dagegen konnte ich in den Körnern des Kernes nicht die wirklichen Enden der Nervenfäden erkennen, vielmehr erschienen sie mir als im Kern gelegene Knotenpunkte des feinsten Nervennetzes.

Verbreitung. Das Gewebe der glatten Muskelfasern hat einen sehr ausgedehnten Verbreitungsbezirk. An den Respirationsorganen bilden dieselben Lagen circulär verlaufender Fasern in der hinteren Wand der Trachea und in den Bronchien. In den Wandungen der Alveolen der Lunge der Säugethiere und des Menschen wird deren Existenz von einigen Forschern behauptet, von anderen geleugnet. In den Lungenalveolen des Kindes, den Lungensäcken des Frosches, des Salamanders und Triton kommen Muskelfasern vor.

Im Darmtractus setzen die glatten Muskelfasern Membranen zusammen, die sich von dem unteren Theil der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende finden. Ausserdem bilden sie eine eigene Lage in der Schleimhaut, die sogenannte Muscularis mucosae und erstrecken sich im Dünndarm von da bis in die Zotten. Die Ausführungsgänge vieler Drüsen besitzen eine eigene Muskelschichte, so der Ductus Wirsungianus des Rindes, ferner der Ductus pancreaticus der Katze, Taube, des Karpfens.

---

1) Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigungen in den glatten Muskelfasern. 1867.

Nach Tobien enthalten die Ausführungsgänge aller Mundspeicheldrüsen Muskelfasern, Kölliker sah nur im Ductus Whartonianus, Henle im Ductus Stenonianus einzelne Fasern, nach Eberth fehlen sie an den Ausführungsgängen sämmtlicher Speicheldrüsen.

Glatte Muskelfasern kommen ferner vor in den Lymphdrüsen und in der Milz. Ueber den Gehalt der letzteren an musculösen Elementen sind die Ansichten getheilt. Die Kapsel der Milz des Menschen soll solche enthalten, auch in den Balken wird ihre Anwesenheit behauptet. In der Milzkapsel der Thiere schwankt der Gehalt an glatten Muskelfasern bei den verschiedenen Arten: sie sollen sich in grosser Menge finden beim Delphin, Igel, Hund, bei der Katze, beim Schwein, Maulwurf, bei der Ratte und beim Kaninchen, in spärlicher Zahl bei den Wiederkäuern und beim Affen. Bei den Thieren sollen bald alle Balken (Schwein, Hund, Esel, Schaf, Kaninchen, Pferd, Igel, Meerschweinchen, Pekari, Fledermaus, Katze), bald nur die feineren (Ochs) glatte Muskelfasern enthalten. — Glatte Muskelfasern sind ferner gefunden in der Gallenblase, in dem Ductus choledochus und cysticus. — Sie machen einen wesentlichen Bestandtheil der mittleren Gefässhaut aus. — In den Nierenkelchen, dem Nierenbecken, Harnleiter und der Harnblase bilden die glatten Muskelfasern zusammenhängende Lagen und Membranen. — Unter der Schleimhaut der Harnröhre des Weibes sowie derjenigen des Mannes und zwar sowohl in der Pars prostatica als membranacea sind Muskelfasern gefunden. — Eine grosse Verbreitung findet das Gewebe der glatten Muskelfasern in den männlichen Geschlechtswerkzeugen, so am Vas deferens, an den Samenbläschen, der Prostata, den Corpora cavernosa, den Cowper'schen Drüsen, Nebenhoden, zwischen Tunica vaginalis communis und propria, an der Tunica dartos. In den weiblichen Geschlechtsorganen treten sie in den Eileitern, in den runden und breiten, vorderen und hinteren Mutterbändern auf; in dem Uterus erhalten sie die Rolle des wichtigsten Organtheiles, in der Scheide setzen sie eine wirkliche Muskelhaut zusammen; in den Ovarien wird ihre Existenz von Einigen behauptet, von Anderen geleugnet. Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskelfasern, ebenso die Haarbälge, wo sie als Arrectores pili bezeichnet werden, sowie die Talg- und Schweissdrüsen. — Endlich wäre noch des Vorkommens der glatten Muskelfasern im Musculus ciliaris, in der Iris als Sphincter und als Dilatator zu erwähnen. Zum Schluss will ich noch des Befundes von glatten Muskelfasern in den Eihäuten gedenken.

Untersuchungsmethoden. Den feineren Bau der glatten Muskelfasern prüft man am besten an Präparaten, die mit Serum, Chromsäure (0,01 %) und Goldlösung (0,1 %) behandelt sind. Als Untersuchungsobjecte sind am meisten zu empfehlen die Harnblase, Lunge und kleinere arterielle Gefässe des Frosches. Zur Isolirung einzelner Fasern ohne Anwendung von Reagentien

eignen sich am besten die Muskelhäute des Darmes. — Als Mittel zur Isolirung sind jetzt allgemein verdünnte Essigsäuremischungen (2—5%), Salpetersäure (20%) und Kalilauge (32%) gebräuchlich, welchen die gemeinsame Wirkung zukommt, die Kittsubstanz zu lösen und so die Muskelfasern in isolirtem Zustande zur Anschauung zu bringen. Auch die Maceration in Jodserum und in verdünnten Chromsäurelösungen (0,01 — 0,05%) leisten in dieser Beziehung gute Dienste. Behufs der Anfertigung von Querschnitten sind Alkohol, doppelt chromsaures Kali und Chromsäure, die beiden letzteren Reagentien in abwechselnder Einwirkung, gute Erhärtungsmittel. Will man die Muskelfasern in möglichst frischem Zustande untersuchen, so fertigt man Querschnitte von gefrorenen Muskelstücken an, die dann in Serum gelegt werden. Solche Schnitte sind ferner sehr geeignet zu der Behandlung mit Gold-, Silber- und verdünnten Chromsäurelösungen. Der Verlauf und die Endigung der Nerven ist am deutlichsten an Objecten, die 2—4 Minuten in 4 Cc. einer 0,5—1% Essigsäure und $1/2$ Stunde und länger in 4 Cc. einer 0,01% Chromsäure gelegen haben. Ausser dieser combinirten Anwendung von Essigsäure und Chromsäure kann ich auch die von Essigsäure und Alkohol empfehlen, sowie die Beobachtung an Goldpräparaten und Querschnitten, die mit Gold- und Chromsäurelösungen behandelt sind. Die zweckmässigsten Untersuchungsobjecte sind die Harnblase und die kleineren Arterien des Frosches. Zur Tingirung werden Carmin, Anilin, Chlorpalladium (F. E. Schulze) und Pikrinsäure (Schwarz) verwendet.

Capitel V.

Nerv und Muskelfaser.

Von

W. Kühne.

Durch die Nerven beherrschen wir unsere Muskeln, nur durch der Nerven Bahn erzeugt der Wille die Verkürzung und deshalb fragen wir: wie endet der Nerv im Muskel? Lange bevor Instrumente und Methoden Aussicht auf Antwort boten, hat sich die Forschung auf diese Frage gerichtet: immer neue und immer wieder vergebliche Versuche. Wir glauben heute die Berührung der contractilen Substanz mit der nervösen zu sehen und wissen doch nicht, ob weitere Vervollkommnung der Beobachtungsmittel nicht als Täuschung aufdeckt, was für Gewissheit genommen. Dennoch ist die Arbeit unerlässlich, sie wird forthämmern, bis auch auf dem Gebiete der Morphologie die Stunde geschlagen, wo Maass und Gesetz zum letzten Ausdrucke der Erkenntniss geworden.

Fruchtlos blieben bis zum Jahre 1840 alle Versuche die letzte Endigung des motorischen Nerven zu ergründen. Die Annahme schlingenförmiger Enden im Muskel ist nur als Ausdruck der Rathlosigkeit zu betrachten über die Unmöglichkeit den Nerven im Muskel mit hinreichender Deutlichkeit zu verfolgen. Da plötzlich und zufällig entdeckt ein vorurtheilsfreier Beobachter bei der Untersuchung des seltsamen kleinen Bärthierchens nahezu Alles, was wir heute von dem motorischen Nervenende kennen. Doyère entdeckte 1840, dass der Nerv sich mittelst einer conischen Anschwellung an die Muskelfaser anlegt. Beide Gebilde sind bei dem Bärthierchen hüllenlos, nervöse und contractile Substanz berührten sich also direkt.

Die Doyère'sche Beobachtung wurde lange verkannt, sie musste zurückstehen hinter der Theilnahme, welche Ernst Brücke's und Joh. Müller's Entdeckung fand, dass die Nervenprimitivfasern zwischen den Muskelfasern Theilungen eingehen, und wurde vollends ganz vergessen, als R. Wagner mit richtigem Takte die Nerventheilungen, welche überhaupt zuerst Savi am elektrischen Organe des Zitterrochen erkannt hatte, als ein Factum von allgemei-

ner Bedeutung an allen peripherisch wirkenden Nerven zur Geltung zu bringen suchte. Nun erst wurde verständlich, dass eine so geringe Anzahl von Nervenfasern, wie sie der zu den Muskeln gehende Nerv zu enthalten pflegt, eine so viel grössere Zahl von Muskelfasern zu beeinflussen vermöge. In einer fleissigen Arbeit zeigte Reichert, dass der Brusthautmuskel des Frosches von etwa 160 Muskelfasern nur 6—7 Nervenprimitivröhren erhält, aber das Verhältniss blieb verständlich, weil noch weit mehr, nahe an 300 durch die Theilung entstandene Endfäserchen nachgewiesen werden konnten. Alle diese Untersuchungen beschäftigten sich indess nicht oder kaum mit der Frage nach der eigentlichen Endigung, wohl aber mit der nach der Vertheilung der Nervenfasern zwischen den Muskelbündeln. Die letztere liegt dem vorliegenden Gegenstande ferner, wir beschränken uns daher auf das Wesentliche.

Bei der Betrachtung dünner, durchsichtiger Muskeln oder flach abgeschnittener Muskelstücken sieht man sowohl gröbere wie feinere Nervenstämmchen selten parallel zur Faserrichtung des Muskels verlaufen, oft senkrecht oder nahezu unter rechtem Winkel auf dieselbe gerichtet. Besonders gilt dies für vereinzelte Nervenfasern und für fast alle dem Ende nahen Strecken. Die Muskeln der verschiedenen Thiere, ebenso die verschiedenen Muskeln desselben Thieres sind sehr ungleich mit Nerven versorgt. Bei einzelnen niederen Thieren (Bowerbankia) scheint der Muskel genau so viel Nerven- als Muskelfasern zu erhalten, bei anderen überraschend wenige, besonders bei den Fischen, während bei den Warmblütern gerade wie an den Augenmuskeln sämmtlicher Thiere vielleicht wenig mehr Muskelfasern als Nervenprimitivröhren vorhanden sind. Geht man von der Behauptung aus, dass jede Muskelfaser mindestens eine Nervenfaser, wenn auch nur eine durch Theilung entstandene, erhalten müsse, so wird es begreiflich, dass die durch sehnige Inscriptionen so vielfach abgetheilte Muskulatur der Fische, die wegen der Kürze ihrer Fasern im gleichen Volumen ausserordentlich vielmehr einzeln zu versorgende Muskelfasern enthält, als die langfasrigen Muskeln der meisten anderen Geschöpfe, nur eine geringere Anzahl von Nervenprimitivfasern erhalten kann. Der Fisch würde einen mächtigen Ballast von Nerven zu tragen haben, wenn das Verhältniss bei ihm wie bei den Säugern wäre. Man findet dafür aber nirgends so leicht und so viele Theilungen der Nervenprimitivfasern wie in den Fischmuskeln. Die grosse relative Nervenzahl in den Augenmuskeln, annähernd auch in allen Muskeln der Säuger und, wie es scheint, besonders des Menschen enthält wichtige Winke für die genaue Regulirung ihrer Bewegungen, denn die ungemein feine Einstellung der Augenmuskeln wäre unerreichbar, wenn die Erregung einer Nervenfaser gleich die einer grossen Anzahl von Muskelfasern, wie beim Frosch und noch mehr bei den Fischen, zur Folge hätte. Hinsichtlich der allgemeinen Nervenverbreitung sei hier auch des oft berührten Factums gedacht, dass in jedem Muskel grosse Strecken vorkommen, wo keine Nerven anzutreffen sind, und dass namentlich die Enden in beträchtlicher Ausdehnung nervenfrei zu sein pflegen. Zum

Studium der Nervenvertheilung eignen sich am besten der Brusthautmuskel, der Sartorius, die Augen- und Zehenmuskeln, auch der M. hyoglossus des Frosches, ferner die Augenmuskeln der Fische, unter den Säugern der Katze und vor Allem die dünnen Muskeln der Schlange, welche von der Wirbelsäule zur Haut gehen. Man untersucht dieselben im Zustande des Ueberlebens ohne Zusatz, nur durch ein Deckglas abgeplattet, oder nach der Aufhellung mittelst HCl von 0,1 pCt.

Nachdem Doyère's Entdeckung den Zusammenhang hüllenloser Nerven mit ebenfalls nackten Muskelbändern erwiesen hatte, konnte schon aus rein morphologischen Gesichtspunkten die Frage entstehen, ob die quergestreiften und von Sarkolemma überzogenen Muskeln, zu denen nie andere als mit Scheiden umhüllte Nervenfasern gehen, nicht irgendwo den Nerven durch die Membran hindurchtreten liessen. Noch dringender wurde die Hypothese vom Uebergange der Schwann'schen Scheide in das Sarkolemma, mit andern Worten des Durchtritts der Nervenfaser bis unmittelbar an den contractilen Inhalt des Sarkolemm's von der Physiologie aufgeworfen und an der Hand derselben auch in der That Dasjenige festgestellt, was seit Doyère Neues über die motorische Nervenendigung gefunden worden.

Wir beginnen mit den quergestreiften Muskeln, in der Darstellung von den niederen zu den höheren Thieren fortschreitend, und indem wir einstweilen das Verhalten bei den ungestreiften und den noch unvollkommen bekannten scheinbar glatten Muskeln der Würmer und noch tiefer stehenden Evertebraten bei Seite lassen.

Die Nervenendigung bei den wirbellosen Thieren. Die gestreiften Muskeln der Arthropoden sind allseitig geschlossene cylindrische Sarkolemmschläuche, deren Inhalt das bekannte Bild etagenartig übereinander gelagerter Scheiben von Fleischprismen[1] bietet, getrennt durch eine in der Querrichtung der Faser mächtigere, in der Längsrichtung spärliche homogene flüssige Substanz. Wie alle Muskeln enthalten auch diese ausser den genannten als die eigentlich contractilen zu bezeichnenden Substanzen noch einen für die Kraftleistung, wie es scheint, minder wichtigen Bestandtheil, der nach der heute unangefochtenen Meinung Aller als Rest ehemaliger Bildungszellen aufgefasst wird. Er besteht aus Kernen mit deutlicher doppelt contourirter Membran, klaren Inhalts, oft mit Kernkörperchen versehen, aus Blasen ohne deutliche Umhüllung von verschiedener Gestalt, aus Körnern und aus einer feinkörnigen, breiartigen Masse. Diese Masse kann sehr verschieden im Muskelinnern vertheilt sein, bald in einzelnen kurzen Streifen, die sich in allen Tiefen der Faser präsentiren, bald in langen Bändern, welche zwischen contractiler Substanz und Sarkolemma gelagert sind, oft auch im Centrum einen durch die

---

[1] Die Scheiben werden in der Literatur nach einer von Bowman eingeführten Bezeichnung Discs, nach Rollett Hauptsubstanzscheiben genannt. Die Fleischprismen wurden bisher gleichfalls nach Bowman als sarcous elements bezeichnet.

ganze Länge der Faser verlaufenden Canal erfüllend. Viele Muskeln der Crustaceen enthalten diese Masse sogar als einen continuirlichen überall zwischen Sarkolemm und Muskelsubstanz gelegenen Cylindermantel. Die Anhäufungen der geschilderten Elemente können ferner entweder einzeln für sich ohne Zusammenhang mit den übrigen bestehen, oder durch die ganze Muskelfaser zusammenhängen, indem das, was im Centralkanale liegt, entweder durch radiär gestellte Brücken an die Randtheile greift, oder indem die flach unter dem Sarkolemma gelegenen Massen an den natürlichen Enden der Muskelfasern untereinander und mit den entfernter gelegenen zusammentreten.

Das geeigneteste Object zur Erknnnung der motorischen Nervenendigung scheinen die Insektenmuskeln zu sein. Man bedient sich am besten der Muskeln des grossen schwarzen Wasserkäfers (Hydrophilus piceus), der dem nahe verwandten Dytiscus marginalis vorzuziehen ist, und nimmt nicht die in den Beinen enthaltenen Muskeln, sondern die im Thoraxraume gelegenen grossen ungefärbten Bündel, welche sich mit breitem Ansatze zu den Thürflügelartig eingelenkten Oberschenkeln begeben. Schneidet man den Muskel durch plötzliche Scheerenschnitte an beiden Insertionen ab, so gewinnt man ein Präparat, das allenfalls ohne Zusatz, sonst in dem Blute des Käfers auch in NaCl Lösung von $^1/_2$ pCt. nach sanfter Bearbeitung mit Nadeln viele wohl isolirte Muskelfasern liefert. Dieselben sind durch Bindegewebe gar nicht, nur durch Nerven und Tracheen aneinander geheftet, die beide sehr leicht zerreissen. Unter den Nerven findet man viele ausserordentlich dicke Primitivfasern von deutlicher membranöser, darunter von sehr blasser, blasiger, stellenweise auch höchst fein granulirter markiger Hülle umgeben, während der axiale Theil fibrilläre Struktur erkennen lässt. Durch sehr entwickelte Theilungen, die mit den Ramifikationen der Blutgefässe höherer Thiere wetteifern können, entsenden die dicken Nervenfasern feinere und feinste Aestchen zu den Muskelfasern, von welchen jede eine erstaunliche Anzahl wirklicher Enden enthält. Man sieht besonders die mittleren Strecken der Muskelfasern an allen Seiten ihres Umfanges mit Reihen von trichterförmigen Fortsätzen, hohen und niedrigeren Hügeln besetzt, deren Gipfel immer dem Eintritte eines Nervenästchens entspricht. Die Letzteren scheinen stets nur eine axiale Fibrille, einen Axencylinder zu enthalten, aber es ist in den meisten Fällen möglich hart unter dem Gipfel des Nervenhügels Theilungen derselben in zwei stark divergirende Aeste zu bemerken, welche eine Strecke weit

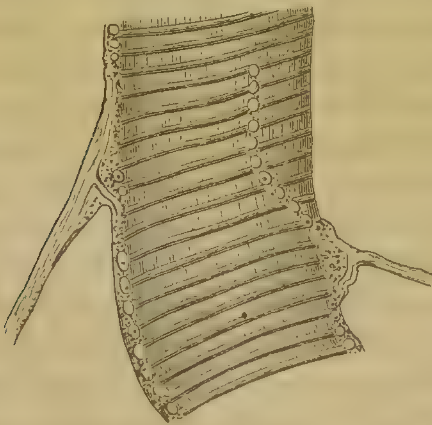

Fig. 34.

Fig. 34. Muskelfaser mit zwei Nervenenden von Hydrophilus piceus.

im Hügelinhalte zu verfolgen sind. Von der an sich schon sehr blassen Markmasse des Nerven ist an den Enden Nichts mehr zu bemerken, das Bild der zum Muskel mitgelangenden Scheide ist also durch Nichts getrübt. Wer dasselbe sehen mag, wird nicht zweifeln, dass die Nervenscheide continuirlich in das Sarkolemm übergeht, dass die Contouren des letzteren, die sich zu dem Trichter erheben oder über den Hügel hinziehen, continuirlich in die der Nervenscheide fortlaufen, mit andern Worten dass Nervenscheide und Sarkolemma zwei communicirende Röhren darstellen. Man mag das Nervenende gelagert finden wie man will, auch am Querschnitte der Muskelfaser, oder an dem optischen Querschnitte, den man erblickt, wenn eine umgebogene Muskelfaser die Beugungsstelle nach oben kehrt, stets führt die Beobachtung unweigerlich zu diesem Schlusse.

Die Gestalt der Nervenansätze kann sehr verschieden sein, bald spitz, trichterartig, bald hügelig und abgestumpft, bald ganz flach, Formen, welche unstreitig durch Ziehen an den Nerven, das die Präparation nicht auszuschliessen vermag, zu Stande kommen. Indess sieht man, wenn auch nicht die ganz spitzen Trichter, so doch Hügel von erheblicher Höhe an Muskelfasern, deren Nerven gar nicht gezerrt worden, so an flachen Muskelstückchen, die mit der Scheere von der Oberfläche im Zusammenhange mit den Nachbarn entnommen wurden. Wir dürfen daher das ganze Gebilde der Nervenausstrahlung als Nerven h ü g e l bezeichnen und seinem Entdecker zu Ehren als den Doyère'schen Hügel benennen. Wo immer ein Nerv enden mag, wird man finden, dass die contractile Substanz unter dem Nervenhügel mit der zweiten Inhaltsmasse, den Kernen, Körnern, Körnchen u. s. w. belegt ist. Für diejenigen Muskelfasern, welche einen ganzen Mantel dieser Substanz besitzen, ist dieses Verhalten selbstverständlich, allein es wird auch da gefunden, wo die meisten Streifen jener Masse nicht unmittelbar unter dem Sarkolemma lagern, ja wo nur eine centrale Axe davon vorkommt, begiebt sich eine Anhäufung von conischer Gestalt quer durch die contractile Substanz hindurch bis nahe an den Gipfel des Doyere'schen Hügels, und wo lange schmale Züge hart unter dem Sarkolemm liegen, verlassen diese ihre sonst stets geradlinige Richtung, um bogenförmig in den Hügel einzumünden. Der Hügel hat an seiner Basis zuweilen nur einen nach einer Längsrichtung gehenden Fortsatz, häufiger jedoch erstreckt sich derselbe nach zwei Seiten hin. Was nun das Ende des in den Hügel tretenden und sich in der Regel gablig theilenden Axencylinders betrifft, so hat derselbe von den meisten Beobachtern nicht deutlich erkannt werden können. Rouget lässt denselben bei den Crustaceen sofort an der Gränze der granulirten kernhaltigen und der contractilen Substanz mit abgestumpften Spitzen, bei den Käfern erst etwas weiter laufend am gleichen Orte enden. Es wird ohne erneute Untersuchung des Gegenstandes nicht möglich sein die Frage nach dem letzten Verhalten des Axencylinders zu entscheiden. Denn bei aller Wahrscheinlichkeit, welche Rouget's Angaben über die Form der Axencylinderfortsätze besitzen, ist doch die Lage,

welche er ihnen zuschreibt, aus unten zu erörternden Gründen überraschend. Die Methoden der Gold- und Silberimprägnation, welche sich auf andern Gebieten der feineren Nervenanatomie so fruchtbar erwiesen, haben zur Entscheidung dieser Frage versucht, bis jetzt noch zu keinem schlagenden Resultate geführt.

Für die Arthropoden kann nach dem Gesagten also behauptet werden, dass jede ihrer Muskelfasern eine grosse Anzahl von Nervenenden erhält, dass die Nervenscheide mit dem Sarkolemm verschmilzt, dass die leitende und eigentlich nervöse Faser, der Axencylinder durch die Communicationsstelle beider Schläuche hindurchtrete, sich im Nervenhügel theile und dass alle Nervenhügel zum mindesten an ihrer Basis eine Sohle von Muskelbildungsmaterial besitzen, das in verschiedener Mächtigkeit in den contractilen Theil der Faser hineinragen kann. Diese Ergebnisse sind gewonnen bei Hydrophilus piceus, Dytiscus marginalis, Carabus auratus, Silpha obscura, Melantha vulgaris, Geotrupes stercorarius, Trichodes apiarius und alvearius, Musca domestica, Tabanus bovinus, Bombus, — Tegenaria, Argyroneta aquatica, — Astacus fluviatilis, also bei allen drei Klassen der Arthropoden.

Die Nervenendigung bei den Wirbelthieren. A. Amphibien. Von besonderem Interesse ist die Erkenntniss der Nervenendigung bei den Amphibien, vor Allen beim Frosche, der von jeher den Physiologen zur Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen motorischem Nerven und Muskel gedient hat. Verschiedene Muskeln dieses Thieres sind darauf geprüft worden, der Sartorius, die Augenmuskeln, die kurzen Fasern des gefiederten Gastroknemius und der kleineren Muskelgruppen am Fusse zwischen den Zehen.

Wie bekannt nimmt in den Froschmuskeln das nicht contractile Bildungsmaterial oder der Rest desselben im Vergleiche zur quergestreiften contractilen Substanz einen sehr geringen Raum ein. Die Muskelfaser ist zwar mit Kernen der Art durchsetzt, dass sich dieselben sowohl hart unter dem Sarkolemm, wie in allen Theilen des Querschnitts vorfinden, allein sehr spärlich ist der protoplasmatische Theil, an den Polen der Kerne meist nur noch durch wenige Körnchen kenntlich, die an manchen Kernen selbst ganz fehlen können. Ohne methodische Untersuchung wird es an Froschmuskelfasern fast unmöglich sein je auf eine Stelle zu stossen, welche mit Nerven zusammenhängt; die Fruchtlosigkeit so oft an diesem Objecte wiederholter Bemühungen vor dem letzten Decennium beweist dies zur Genüge. Nach den Erfahrungen über den Zusammenhang der Nerven mit den von Sarkolemm umkleideten quergestreiften Muskelfasern der Wirbellosen, war es indess mehr als eine Hypothese, wenn man davon ausging, die Sache müsse sich dennoch im Wesentlichen gleich verhalten bei allen Thieren, und so auch bei den Wirbelthieren, überall wo Nerven den Contractionsvorgang auslösen. Um zu entscheiden ob jede Muskelfaser mit mindestens einer Nervenfaser irgendwo verknüpft sei, brauchte man sie nur in ihrer vollen Länge schonend zu isoliren und ihre ganze Oberfläche ge-

nau zu betrachten. Dieser Anforderung wird genügt durch die von Budge erfundene Isolirungsmethode mittelst eines Gemisches von chlorsaurem Kali und Salpetersäure, das von Wittich zweckmässig modificirte, indem er empfahl, die Muskeln mit derselben Mischung nach vorheriger starker Verdünnung zu erwärmen. Noch zweckmässiger ist es, das intermuskuläre Bindegewebe durch 24stündiges Einlegen in äusserst verdünnte schweflige Säure erst zur Quellung zu bringen und dann durch mehrstündiges Erwärmen auf etwa 40° C. in Leim überzuführen und zu lösen. Die Isolation der Muskelfaser geschieht alsdann durch heftiges Schütteln mit Wasser im Probirröhrchen. Auf diese Weise lässt sich jeder Muskel vollkommen in seine einzelnen Fasern zerklüften. Capillargefässe, die derselben öfter noch anhängen, sind durch Abpinseln zu entfernen. Man entdeckt nun bei der Durchmusterung solcher isolirter Muskelfasern in ihrer ganzen Länge immer mindestens eine Stelle, welcher ein meist vielgetheilter Nerv fest anhaftet, an langen Muskeln, z. B. an dem Sartorius viele, welche mehrere solche Stellen besitzen, während die kurzen Fasern aus dem Gastroknemius in der Regel nur eine Nervenverknüpfungsstelle aufweisen. An denselben Präparaten ist der Uebergang der Schwann'schen Nervenscheide in das Sarkolemm in der Profillage ohne Weiteres zu beobachten.

Um die Nervenendigung, wie bei den Arthropoden, am frischen, noch lebenden und zuckenden Muskel zur Anschauung zu bringen, sind die Fasern des Gastroknemius zu isoliren. Unschwer erkennt man in dem aufgebrochenen und auseinandergezerrten Muskel den zu seiner Faserung senkrechten Verlauf der kleinsten Nervenstämmchen an den sie begleitenden schwarz pigmentirten Gefässen. In dieser Gegend treten dann die Endästchen ab, und wenn man nun einzelne Muskelfasern, nachdem sie vorher bündelweise an beiden Enden mit den Sehnen durchschnitten, mit der Pincette heraushebt, so ist man ziemlich sicher das gewünschte Object zu erhalten. Dasselbe ist ohne Zusatz oder in 0,5 pCt. NaCl Lösung zu untersuchen, worin die Muskeln lange erregbar bleiben; auch Humor aqueus und das Serum des Frosches sind zu verwenden. Kurz vor dem Durchtritte des Nerven in das Sarkolemm pflegt sich derselbe vielfach zu theilen und sogenannte Nervenendbüsche zu bilden, deren sehr kurze Aeste selten den Querdurchmesser der Muskelfaser übertreffen und welche in allen denkbaren Richtungen zur Axe der Muskelfaser orientirt liegen können. Die Zahl der Aeste erster Ordnung beträgt selten mehr als 5, die der zweiten Ordnung bis 10 und 12. Bis unmittelbar an den Ansatz des Nerven, begleitet ihn seine Markumhüllung und die Schwann'sche Scheide, von welchen die erstere ohne wesentliche Zuspitzung stumpf aufhört. An Profilbildern ist keinerlei Trennung zwischen dem Contour des Sarkolemms und dem der häutigen Scheide zu sehen, ja die platten und granulirten Kerne derselben können hier nicht selten bis in Theile verfolgt werden, die Jeder schon dem Sarkolemm zurechnen wird, das sonst beim Frosche bekanntlich kernlos ist. Es kann keinen besseren Beweis als diesen für die Continuität der beiden membranösen Röhren geben.

An der Stelle, wo das Nervenende brüsk absetzt, findet sich beim Frosche keine hügelige Erhebung, und auch nur in sehr seltenen Fällen, wenn nämlich der Nerv hier, wo er übrigens am leichtesten abzureissen scheint, starker Dehnung ausgesetzt war, zieht sich das Mark ein wenig zurück, so dass ein kleiner leerer Trichter über den Rand der Muskelfaser hervorragt. Unter dem Sarkolemm erkennt man als Fortsetzung der nun marklos gewordenen Nerven schmale ziemlich weit und parallel mit der Muskelfaseraxe sich erstreckende Fasern, deren Breite die feinsten markhaltigen Aeste oft etwas übertrifft. Diese Fasern bilden zwischen contractiler Substanz und Sarkolemm ein zierlich gemustertes Bild, sie theilen sich bisweilen, entsenden Aestchen von nahezu gleicher Breite, aus denen wieder dann einige parallele hervorgehen. Das ganze System, welches sie bilden, pflegt drei bis viermal so lang zu sein, als der quere Durchmesser der Muskelfaser. Niemals umfasst es die ganze Peripherie der contractilen Substanz, und niemals treten die Aeste in die Tiefen derselben ein. Ohne Zweifel hat man hier eine intermuskuläre geästelte Ausbreitung des Axencylinders vor sich, es ist der axiale Theil der markhaltigen Nerven, der allein unter das Sarkolemm gelangt und der hier das Bild eines weitmaschigen zum Theil aufgefaserten Geflechtes erzeugt. Die Fasern desselben scheinen theils drehrund, theils abgeplattet zu sein; sie sind sehr durchsichtig und von zarten meist glatten Contouren begränzt, doch sieht man dieselben an einzelnen Stellen auch fein gezähnelt. Gute Instrumente zeigen mit aller nur wünschenswerthen Schärfe, dass die Enden der intermuskulären Axencylinder nie diffus getrübt

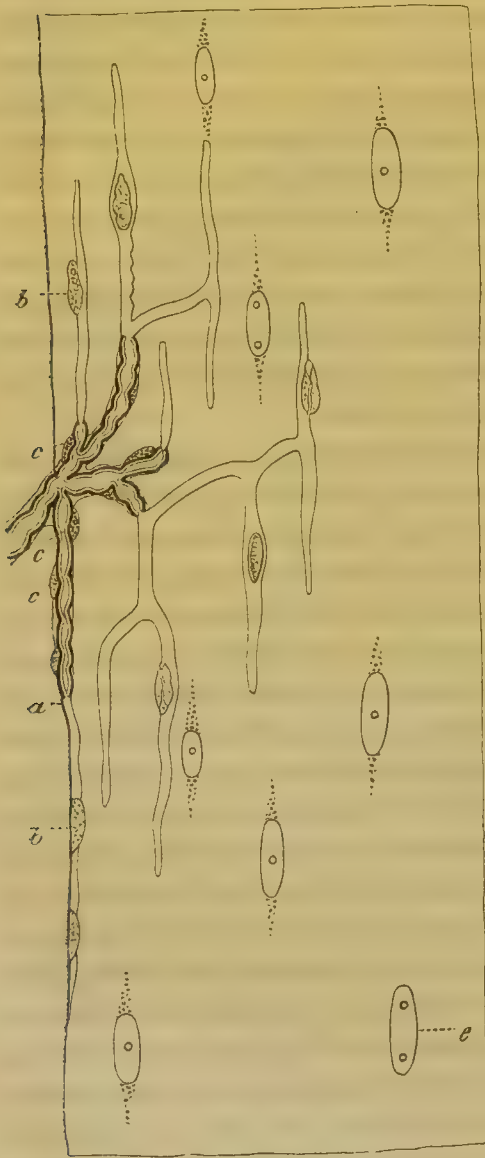


Fig. 35.

Fig. 35. Motorische Nervenenden vom Frosch. Der Deutlichkeit wegen sind die Querstreifen der Muskelfasern nicht mit abgebildet. Bei *a* der Nervendurchtritt durch das Sarkolemm im Profile gesehen. Der übrige Theil der intermuskulareu Axengliederverbreitung ist nach verschiedenen Einstellungen des Focus entworfen. *b b* Nervenendknospen. *c c c* Kerne der Schwann'schen Scheide. *e* Muskelkerne.

oder körnig aufhören; überall ist das Ende eine deutlich abgerundete Spitze. Hie und da sind die Axencylinder etwas verbreitert, und auf solchen Stellen gewahrt man in der Regel kleine stark granulirte Körperchen, deren Grösse etwa in der Mitte steht, zwischen der der Kerne in der Schwann'schen Scheide und den allbekannten Muskelkernen. Dieselben sind von birnförmiger Gestalt, tragen spitze Enden gegen das Ende der Axencylinder gerichtet, und finden sich nicht nur an den verbreiterten Stellen des Letzteren, sondern auch noch hie und da an andern Orten, immer aber dem Axencylinder dicht anliegend. Schon mit den gewöhnlichen Vergrösserungen, am besten bei Anwendung sehr starker Objective und eines sehr schwachen Oculars erkennt man in diesen Nervenendknospen feinere Structur. Ein dünner geschlängelter Faden, welcher sich vom Axencylinder abhebt und der in einzelnen Fällen selbst zum längeren Bande wird, verläuft in der Länge der Knospen, um in dem spitzen Ende mit einer kleinen Anschwellung aufzuhören. Dies ist Alles, was bis heute über die Endigung der Nerven bei den Amphibien wahrgenommen worden: die Muskeln der Tritonen, der Kröten, des Proteus und des Salamanders verhalten sich denen des Frosches gleich. Nirgends existirt bei diesen Thieren etwas von der körnigen und kernhaltigen Unterlage, welche der Nerv bei den Arthropoden im Muskel findet. Wohl kann ein Muskelkern mit spärlichem Protoplasma sehr nahe an dem intramuskulären Axencylinder liegen, aber eine besondere, dieser Stelle entsprechende und abweichende Lagerung dieses Antheiles des Muskelinhaltes findet sich nie. Was die Lagerung der Endknospen, wie diese Gebilde nur ihrer Form wegen genannt wurden, betrifft, so scheinen dieselben entweder neben den Nerven in gleicher Ebene zu liegen oder, wie in den meisten Fällen, auf den Letzteren zwischen ihnen und dem Sarkolemm. Endständig, wie der Verfasser einzelne anfangs glaubte gesehen zu haben, scheinen sie nicht auf dem Axencylinder vorzukommen. Die Bedeutung der Nervenknospen ist weder im physiologischen noch im morphologischen Sinne irgendwie aufgeklärt, das Wahrscheinlichste dürfte sein, dass sie Kerne ehemaliger Bildungszellen des Nerven und des Muskels vorstellen und demnach auch in ihrem Bau etwa den Kernen von mit Nerven verbundenen Zellen in der Oberhaut der Froschlarven zu vergleichen seien, welche Hensen beschrieben hat. In den Kernkörperchen dieser kernhaltigen Zellen endet nach Hensen die embryonale Nervenfaser; das kleine birnförmige Knöpfchen am Ende des centralen Fadens in den Nervenknospen würde dann dem Kernkörperchen entsprechen.

Obwohl kein Zweifel darüber herrschen kann, dass auch beim Amphibium die Nervenscheide mit dem Sarkolemm ein Continuum bildet, woraus unabweislich folgt, dass der Inhalt der Ersteren, wenn er sich überhaupt noch weiter erstreckt, unter dem Sarkolemm liegen müsse, ist diese Lehre doch vielfach auf Widerspruch gestossen. Durch Versuche lässt sich indess unzweifelhaft darthun, dass die hier vorgetragenen Angaben richtig sind. Man kann in frischen isolirten Muskelfasern durch HCl von 0,1 pCt. den ganzen

Inhalt in eine fliessende Flüssigkeit verwandeln, indem man nicht nur das erst geronnene Muskelplasma, sondern auch den grössten Theil der Fleischprismen in eine Syntoninlösung überführt. Wie bekannt, bewegt sich alsdann der ganze Muskelinhalt mit Leichtigkeit im Sarkolemma hin und her, wenn man Sorge trägt, dass das Lumen des Letzteren offen erhalten bleibt, indem man Abplattungen durch Druck vermeidet.

An so behandelten Muskelfasern lösen sich die intermuskulären Axencylinder erst mit den Spitzen, dann in grösserer Ausdehnung fast mit der ganzen Länge vom Sarkolemm los und senken sich in die Tiefe des Rohres, so dass sie beim Bewegen der Flüssigkeit pendelnd umherflottiren. Noch durch ein anderes Verfahren ist es Cohnheim gelungen denselben Beweis zu führen. Er behandelte frische nur einmal in Säure getauchte Muskelfasern flüchtig, mit einer schwachen Lösung von salpetersaurem Silber, wusch sie mit Wasser ab und liess sie sich am Lichte schwärzen. Ein feiner silberhaltiger Niederschlag bildete sich hierbei in Form dünner Membranen zwischen dem Muskelcylinder und dem Sarkolemma, der nach der Einwirkung des Lichtes den Muskel mit einem unter dem Sarkolemm gelegenen schwarzen Mantel umzog. In diesem Silbermantel wurde nun die ganze intermuskuläre Nervenvertheilung als weisse Silhouette sichtbar, zum Zeichen, dass hier zwischen Sarkolemm und contractiler Substanz etwas eingeschoben sein musste, und das waren die intermuskulären Axencylinder. Der Versuch ist noch in mancher anderen Hinsicht interessant, denn erstlich findet man noch vor der Schwärzung das Bild der Nervenendigung in überraschender Deutlichkeit, da die feine aus Silberniederschlägen bestehende Haut selbst dann schon Alles was Nerv ist mit deutlicheren Grenzen umzieht und ausserdem giebt er ein Mittel, leider bis heute das einzige, für einige Monate wenigstens Muskelpräparate mit Nervenendigungen zu conserviren. Endlich aber zeigt er, dass zwischen Sarkolemma und Axencylinder einerseits, zwischen diesen und der contractilen Substanz andererseits, eine mit Silberlösung unter den Umständen, die der Versuch zufällig realisirt, nicht fällbare capillare Schicht vorkommt, etwas Anderes als das, was die ganze contractile Substanz nach dem Sarkolemm hin sonst überall umkleidet. Die Versuche den Nerven im mit verdünnter HCl behandelten Muskelrohre flottiren zu lassen, machten das Erstere schon wahrscheinlich, denn man sieht dabei, dass sich die Axencylinder nur nach und nach, mit den Spitzen beginnend, vom Sarkolemm trennen, an das sie sehr fest geklebt zu sein scheinen; das Zweite muss indess noch wichtiger erscheinen, weil es auf eine innigere Berührung zwischen Nerv und contractiler Substanz, als zwischen dieser und dem Sarkolemm deutet.

Ueber die Methoden der Untersuchung ist hier hinzuzufügen, dass dieselben vornehmlich in der Anwendung der äussersten Sorgfalt bestehen, denn es handelt sich hier um eines der schwierigsten Gebiete der gesammten mikroskopischen Technik, auf welchem die Histologen noch bis heute zu keiner Einigung gelangen konnten, wie das der kurze geschichtliche Abriss am Ende dieses

Aufsatzes belegen wird. Es ist nicht genug die Muskelfasern noch zuckenden Muskeln zu entnehmen, sondern man muss auch dafür sorgen, dass sie unter dem stets auf Stützen ruhenden Deckglase auch isolirt allenfalls noch zucken können. Todtenstarre Fasern sind gänzlich unbrauchbar, ebenso solche, welche um ihre Axe gedreht oder welche irgendwie gequetscht worden. Behandlung mit etwas concentrirteren Säuren lässt vom intermuskulären Nerven nichts übrig, als streifig angeordnete Bröckel, äusserst verdünnte Säuren, so Essigsäure von 0,5 pCt., HCl 0,1 pCt., machen das Bild zwar nicht klarer, aber sie zerstören es auch nicht; nur die Endknospen erweichen darin in ganz eigenthümlicher Weise, indem sie sich pinselartig auffasern, ein Verhalten, das ganz im Gegensatze steht zu der bekannten Schrumpfung der Muskelkerne und der der Schwann'schen Scheide, und das am besten die Verschiedenheit der Besatzkörperchen des Axencylinders von jenen Gebilden beweist.

Die Nervenendigung bei den Fischen ist bisher noch wenig untersucht worden; man hat durch einzelne der für die Amphibien erprobten Methoden jedoch nachweisen können, dass auch hier die Nerven durch das Sarkolemm treten und an der Stelle des Uebergangs die Markscheide verlieren. Die einzigen ausführlicheren Untersuchungen, welche über die Endigung bei Torpedo ocellata angestellt worden, finden in dem Folgenden Erwähnung.

B. Reptilien, Vögel, Säuger. Auch bei diesen Thieren lässt sich durch die Isolirungsmethode mittelst der Budge'schen Mischung die feste Verknüpfung der Nerven mit den Muskelfasern nachweisen, denn wenn die Blutgefässnetze, welche das Säuregemisch erhält, bereits durch Pinseln entfernt worden sind, bleibt hartnäckig ein kurzer, oft getheilter Nervenstumpf an der Faser haften. Genauere Aufschlüsse über die Art der Nervenendigung gab aber erst eine Untersuchung von Rouget, der den Doyère'schen Hügel zuerst bei den Eidechsen dann bei den Warmblütern nachwies. Rouget bestätigte den bereits vor ihm geführten Nachweis des Durchtretens der Nerven durch das Sarkolemm, der Verschmelzung desselben mit der Schwann'schen Scheide, aber er fügte die wichtige Beobachtung nach Untersuchung an frischen Muskeln, wie sie namentlich bei den Reptilien leicht auszuführen, hinzu, dass unter der Nerveneintrittsstelle ganz wie bei den Arthropoden sich Ansammlungen von Kernen und granulirter Substanz als Füllungsmasse des Doyère'schen Hügels befinden. Dennoch existirt in den Muskeln dieser Thiere kein solcher Reichthum an Kern- und Protoplasmahaltigem Bildungsmaterial, wie bei den Arthropoden, dasselbe scheint hier in grösserer Anhäufung nur noch unter dem Nervenende vorzukommen. Nach Rouget ist die breiartige Masse mit sammt den darin liegenden Kernen die eigentliche Endigung des Nerven, der Axencylinder wandelt sich in dieselbe um und berührt in diesem umgewandelten Zustande mit kreisförmiger oder auch elliptischer flacher Basis die contractile Substanz, deren Cylindergestalt er mantelartig eine Strecke weit, aber niemals ganz und im vollen Kreise umgreift. Reihen von Kernen und körniger

Substanz, welche wie bei den Arthropoden sich lang durch den Muskel hinziehen, fehlen dagegen bei den Eidechsen und den Warmblütern gänzlich. Rougets Beobachtungen fanden bald Bestätigung und Krause dürfte der erste gewesen sein der die Kerne des Nervenhügels ganz richtig beschrieb und abbildete, d. i. als kleine zartrandige Bläschen mit verhältnissmässig grossen glänzenden Kernkörperchen, wie sie im frischen Zustande erscheinen, während sie nach dem Absterben des Muskels und auf Zusatz von selbst sehr verdünnten Säuren runzelig und von Körnchen erfüllt werden. Nur im letzteren veränderten Zustande hatte sie Rouget gesehen und später abgebildet. Die Kerne, welche man am Nervenende sieht, sind ferner nicht alle gleich, ein Theil gehört dem Hügel an, ein anderer der Membran, die ihn bedeckt, und die letzteren sind bedeutend kleiner, flacher, zeigen selten ein deutliches Kernkörperchen und sind immer fein punktirt oder trübe. Sie liegen in der Membran, wie Krause gezeigt hat, und dürften als Kerne der Schwann'schen Scheide zu betrachten sein, welche letztere, zur Hügelmembran erweitert, sich anschickt in's Sarkolemm überzugehen.

Demgemäss findet man diese Art der Kerne nur auf dem oberen Theile des Hügels, so dass sie schon ihrer Lage nach nicht mit den bläschenförmigen, welche nur der Basis oder doch dem dem Muskel zugekehrten Theile des Hügels zukommen, zu verwechseln sind. An Zahl weit geringer, liegen die kleinen, trüben Kerne unregelmässig in der Hügelmembran vertheilt, während die bläschenförmigen Kerne mehr oder minder deutlich um den Rand der Basis angeordnet sind. Mit ihren längeren Axen stehen diese kleinen Ellipsoide endlich meist radiär zur Axe der Muskelfaser orientirt. Ihre Grösse unterliegt nur geringen Schwankungen, bei den Eidechsen sind sie nur um wenig grösser als die Muskelkerne, von denen sie sich jedoch durch die etwas weniger gestreckte Form und das seltenere Vorkommen zweier Kernkörperchen unterscheiden, bei den Warmblütern dagegen übertreffen sie die Maasse der Muskelkerne bedeutend.

Alle denkbaren unregelmässigen Gestalten des Nervenhügels findet man besonders an den Muskeln der Reptilien, hohe und niedrige, solche mit langer elliptischer oft sehr gestreckter Basis, oft solche mit nahezu kreisförmiger oder von der Form eines an den Winkeln abgestumpften Parallelogramms. Die länglicheren sind immer die flachsten, sie bilden bisweilen kaum eine Hervorragung an der Muskelfaser, wenn diese das Nervenende auch im Profile zeigt. Bei den Warmblütern, wo die Basis des Nervenhügels nahezu kreisförmig ist, sind die Hügel ebenfalls sehr flach, Verhältnisse, welche wir nur kurz erwähnen, da sie von untergeordneter Bedeutung sein dürften.

Wie bekannt verändern sich die Muskeln der Warmblüter ungemein schnell nach dem Tode, und dass dabei so zarte Organe, wie die Nervenenden in ihnen ebenfalls cadaverösen Veränderungen unterliegen, darf nicht Wunder nehmen. Untersuchungen über den feineren Bau derselben hatten daher mit den Reptilien zu beginnen, deren Muskeln ähnlich, wie die der Amphibien, besonders

bei niederer Temperatur, erstaunlich lange erregbar bleiben. An den Muskeln der Eidechsen, Lacerta agilis und L. viridis ist es nun in der That nicht schwer zu erkennen, in welcher Weise der Nerv im DOYÈRE'schen Hügel endet. Die granulirte Masse, welche denselben sammt ihren Kernen erfüllt, bildet nur die Basis oder eine Sohle des Nervenendes, während dieses selbst aus einer durchsichtigen, nicht granulirten Platte, der Nervenendplatte, oder der motorischen Nervenplatte besteht. In welchem Stadium des Absterbens man die Muskeln untersuchen mag, immer wird man im Nervenhügel, und dies gilt auch für die Warmblüter, ausser den früher genannten Dingen noch etwas Drittes finden, nämlich Bläschen verschiedener Gestalt, die klar und durchsichtig, blass contourirt und frei von Kernkörperchen sind. Dieselben sind Produkte der sich sehr leicht, wahrscheinlich durch die postmortale Säurebildung im Muskel verändernden Nervenplatte.

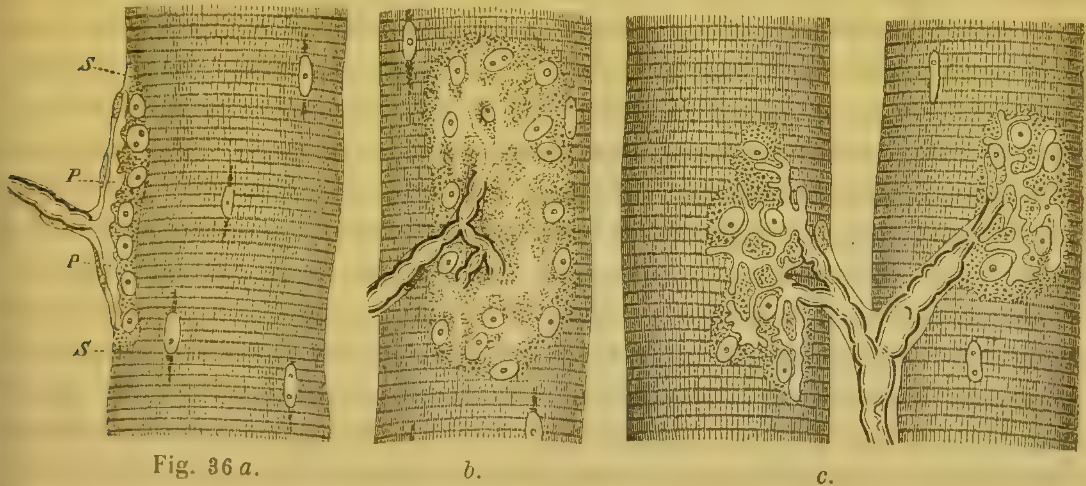


Fig. 36 *a*. *b*. *c*.

Aus dem noch zuckenden Oberschenkel der Eidechse entnommene wohl isolirte Muskelfasern zeigen zunächst ein ganz ähnliches Verhalten des endenden Nerven, wie die Froschmuskeln; handelt es sich um dickere Muskelfasern, so finden sich auch fast eben so reich verästelte Nervenbüsche, wie dort. Unschwer wird man irgend einen der Aeste so gelagert finden, dass der Eintritt im Profile zu sehen ist, so dass auch hier kein Zweifel über dieses Verhältniss nach der Beobachtung am lebensfrischen Objecte bleiben kann. Die Platte dagegen wird besser übersehen und erkannt beim Anblicke von der Fläche, in welcher zunächst nur die Kerne auffallen. Zwischen diesen erscheint indess in blassen Zügen ein Bild von überaus prachtvollen Formen, ein zierliches Muster pa-

Fig. 36. Muskelfasern mit Nervenendigungen von Lacerta viridis.

Fig. 36 *a*. Im Profil gesehen. *P P* die Nervenendplatte. *S S* die aus granulirter Masse und Kernen bestehende Sohle der Platte.

Fig. 36 *b*. Dasselbe in der Aufsicht von einer ganz frischen Muskelfaser, deren Nervenende vermuthlich noch erregbar ist. Die Formen der mannigfach verzweigten Platte sind im Holzschnitte nicht durch so zarte und blasse Contouren wiederzugeben, dass sie der Wirklichkeit entsprechen könnten.

Fig. 36 *c*. Dasselbe wie es nach dem Tode des Nervenendes, sowie zwei Stunden nach **Vergiftung mit grossen Dosen Curare erscheint.**

ralleler Linien, welche bald längere Stränge, bald buchtige Platten umrahmen, die ihrerseits wieder durchlöchert sind. Ist die Muskelfaser tetanisch verkürzt, so erscheint die Platte Jabotartig gefaltet, ihre sanft welligen Ränder sind eckig und geknickt. An der Peripherie finden sich auch schmale schwach keulenförmig endende Fortsätze. Einstellungsversuche am Mikroskope lehren in gleicher Weise von Profilbildern, dass die Platte hart unter der Hügelmembran und dicht über der granulirten Schicht des Hügels liegt, denn erst beim Einstellen auf die Tiefe taucht die Mehrzahl der glänzenden Kerne auf. Einige der letzteren liegen jedoch mit einzelnen Theilen der Platte in gleicher Ebene, wo sie in den Löchern oder zwischen den faltigen Rändern derselben sammt der sie umgebenden granulirten Masse Platz finden. Das geschilderte Bild ist ein ungemein zartes und blasses und nur ein geübtes Auge wird es an ganz frischen noch zuckenden Muskelfasern erkennen. So sieht man es z. B. an den sehr dünnen Hautmuskeln von Coluber natrix, die man ohne Präparation ganz unter das Mikroskop legen kann und welche immer einige Nervenenden an einzelnen der Oberfläche zugewendeten Fasern aufweisen. Da diese Muskeln auf Reizung ihres feinen Nerven zur Zeit der Beobachtung noch in ihrer ganzen Breite zucken, so kann man mit Sicherheit schliessen, dass das blasse und zarte Bild der Endplatten durchaus dem lebenden Zustande nicht allein des Muskels, sondern auch des Nerven, um dessen Endigung es sich handelt, entspricht. Dieses Bild wird nun, falls die Muskelfaser in der Ruhe abstirbt, immer deutlicher und schärfer, indem die Contouren der Platte anfangs ohne eigentliche Abänderungen ihrer Form einfach schärfer werden. Da einzelne ausgeschnittene Fasern indess selten im Zustande physiologischer Ruhe absterben, sondern vor dem Eintritte der Starre in tetanische Verkürzung verfallen und dann in diesem Zustande durch die Coagulation fixirt bleiben, so wird man nur selten auf dieses erste Stadium, welches die beste Anschauung verschafft, stossen. Zweckmässig ist es daher die Muskeln erst im Cadaver absterben zu lassen und sie in jenem Stadium zu untersuchen, wo sie noch nicht bis zur Trübung erstarrt sind. Es scheint, dass übrigens die deutlichere Umrahmung der Platten schon vor dem Muskeltode auftritt, nämlich zur Zeit des Nerventodes, in jenem den Physiologen bekannten Stadium, wo der Nerv den Muskel nicht mehr zu erregen vermag, während dieser selbst aber noch reizbar gefunden wird. Man kann diesen Zustand bekanntlich auch durch Vergiftung mit Curare unter langer Erhaltung der Muskelreizbarkeit erzeugen und bei Anwendung grosser Dosen und hinlänglicher Vergiftungsdauer unter nachweislicher Lähmung der letzten Enden des motorischen Nerven. So vergiftete Muskeln zeigen in der That als optisch nachweisbaren Effect die schärfere Contourirung der Nervenendplatte, die demnach der sichtbare Ausdruck für die eingetretene Lähmung zu sein scheint. Es mag sich dabei um eine minimale Schrumpfung der Platten oder um ein nicht messbares Zurückweichen der granulirten Sohlensubstanz von den Plattenrändern handeln, welches hinreichend ist die Veränderung des Bildes zu erzeugen.

Ist der Muskel ganz erstarrt, seine Reaction sauer geworden, so ändern die Contouren der Platte auch ihre Form, das Nervenendorgan wird immer faltiger und gekerbter, und endlich schnürt es sich zu einzelnen Kugeln, Bläschen oder irgend welchen unregelmässigen oft recht wunderlichen Formen ab. Alle diese Veränderungen können auch durch allmählige Einwirkung sehr verdünnter Säuren schnell herbeigeführt werden, und so, dass kein Unterschied von den gewöhnlichen cadaverösen Erscheinungen bemerkbar wird, wenn man zur Verdünnung der Säuren nicht Wasser, sondern Serum nimmt, um damit die quellende Wirkung zu vermeiden. Hierin dürfte ein Beweis liegen, dass die späteren cadaverösen Veränderungen der Nervenendplatte von der postmortalen Säuerung des Muskels abhängen.

Was bisher für die Eidechsen- und Schlangenmuskeln angeführt wurde, gilt nun in gleicher Weise für die Muskeln der Warmblüter und auch für die des Menschen. Man wird zwar kaum menschliche Muskeln in so frischem Zustande zerfasert unter das Mikroskop befördern können, dass sie noch von den daran hängenden Nerven zu erregen wären, allein man hat sie doch aus amputirten Gliedern so wohl erhalten betrachten können, dass die Endplatte in ihrem Nervenhügel noch verhältnissmässig wenig verändert, wenigstens nicht bis zur Zerklüftung ihrer Theile abgeschnürt erschien. An den Muskeln der Säuger und Vögel sieht man die Platten sofort, nur soll man sich vor dem zu raschen Eintritte der Starre hüten, was leicht gelingt durch Abkühlen der Präparate auf 0° und Untersuchung in Serum derselben Temperatur auf abgekühlten Gläsern. Mit der Starre, welche hier fast immer den tetanischen Zustand überfällt, hört das Object auf brauchbar zu sein, besonders weil die darunter liegende Muskelfaser sich zu sehr trübt. Da die Enden der Muskelnerven bei diesen Thieren fast momentan mit dem Aufhören der Blutcirculation gelähmt werden, so darf es nicht auffallen, dass die Platte auch in den frischesten Präparaten der Warmblüter sehr scharf umrandet gefunden wird.

Ueber die Dicke der Platte und ihre Beziehungen zu den angrenzenden Theilen muss man sich durch methodische Beobachtungen Aufklärung zu schaffen suchen. An kleinen Nervenhügeln schmaler Muskelfasern erscheint sie im Profilbilde als eine dünne, nach oben etwas conisch aufgebauchte und so in den markhaltigen Nerven hineinragende Leiste mit welligem gegen die Sohlensubstanz gekehrtem unteren Rande, und hier gewöhnlich in ihrer ganzen Ausdehnung auf dieser Masse ruhend, also von der contractilen Substanz durch eine Schicht, die an Dicke ihr selbst fast gleichkommt, getrennt. In vollkommen gelungenen Querschnitten gefrorener Eidechsenmuskeln sieht man sie dagegen in Gestalt unregelmässiger bohnenförmiger Figuren, die stellenweis allem Anschein nach direct an die Fleischprismen stossen. Solche Präparate heben besonders jeden Zweifel über das relative Lagenverhältniss der contractilen Substanz, der granulirten Substanz des Nervenhügels, der Platte und des Sarkolemms, die unzweideutig in dieser Reihenfolge übereinander liegen. Auch über die Dicke der Platte geben die Querschnitte gefrorener Muskeln mit

ihren Nervenhügeln einigen Aufschluss, sie zeigen, dass dieselbe im Ganzen nicht unerheblich ist, in den mittleren Theilen nahezu so gross, wie der kurze Duchmesser eines Kernes ihrer Sohle, an den Rändern und den gelappten Ausläufern jedoch weit geringer, so dass man diese Querschnittsantheile bereits für Körner der Sohle nehmen könnte, wenn ihr helles Aussehen nicht dawider spräche.

Mit Osmiumsäure versetzte Präparate zeigen den Nerven bis zum Gipfel des Nervenhügels blauschwarz, wie mit Tinte gefärbt, die contractile Substanz die Platte und deren Sohle hellgelb, Fettkörnchen im Muskel braun tingirt, Reactionen, welche beweisen, dass die ganze intramuskuläre Nervenendigung der charakteristischen Bestandtheile des Nervenmarkes entbehrt.

Die Nervenendplatte kann auch isolirt zur Anschauung gebracht werden, freilich nicht ausserhalb des Muskels, aber doch ohne andere Umgebung und Unterlage als die eines klaren Muskelserums. Vereinzelte Muskelfasern der Eidechse in Serum unter dem Deckglas eingekittet zeigen häufig auf der Höhe der Todtenstarre derartige Zusammenziehungen des Muskelgerinnsels, dass grössere Ballen desselben in aufgebauchten Stellen des Sarkolemms zwischen anderen schmäleren und nur von Muskelserum erfüllten Strecken des Rohres auftreten. Finden sich die letzteren leeren Stellen am Orte des Nerveneintritts, so hängt die Platte frei im Lumen des Sarkolemm's, und es ist bemerkenswerth, dass ihr alsdann die aus Protoplasma und Kernen bestehende Substanz der Sohle des Nervenhügels noch anhaftet. Weitere Untersuchungen scheinen daher nothwendig, um über den Zusammenhang der beiden Inhaltsbestandtheile des Nervenhügels Aufschluss zu erlangen.

Wie aus dem bisher Mitgetheilten erhellt, sind die Bilder der motorischen Nervenendigung so verschieden, dass es schwer gelingen dürfte schon heute ein der Wirklichkeit im Wesentlichen entsprechendes Schema zu construiren, das für alle Thiere den Endapparat nach seiner physiologischen und morphologischen Bedeutung wiedergiebt. Nach Doyère soll der blasse durchsichtige und nicht körnige Nerv von Milnesium tardigradum sich an der Peripherie in einen feinkörnigen Hügel umwandeln und hiermit die gleichfalls blasse, ungetrübte, nicht quergestreifte Muskelfaser umgreifen, auch eine Strecke weit ihre Kante begleiten können. Diese Angaben sind durch eine neue sorgfältige Untersuchung des Bärthierchens von Greeff vollkommen bestätigt worden. Derselbe fand ganz das aus Doyère's Tafeln so lange bekannte Bild wieder, entdeckte aber ausserdem in den kleinen Nervenhügeln fast immer einen

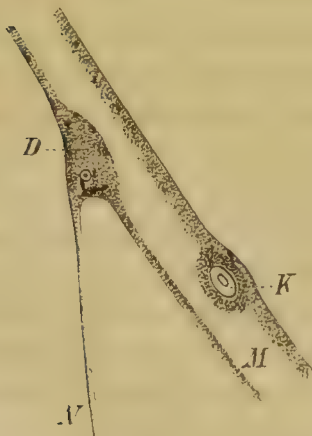


Fig. 37.

Fig. 37. Nervenende von Milnesium tardigradum nach Greeff. *M* Muskelfaser. *K* Muskelkern. *D* Doyère'scher Hügel. *N* Nerv.

kleinen sphärischen Kern und sehr vereinzelt auch etwas grössere, sehr spärlich von punktirtem Protoplasma umgebene Kerne, welche dem Muskel angehören und welche meist weit von den Nervenenden entfernt liegen. Auch Greeff vermochte weder an dem Nerven noch am Muskel etwas der Schwann'schen Scheide oder dem Sarkolemm Entsprechendes aufzufinden.

Was einzelne Beobachter über die Endigung an nicht gestreiften Muskeln der niedersten Thiere oder an den glatten Muskeln der Wirbelthiere beobachteten, ist schon am geeigneten Orte erwähnt worden. Ueber die Endigung an den bis heute für ungestreift gehaltenen Muskeln von Helix pomatia und Bowerbankia berichtet Trinchese. Nach ihm tritt in die grossen Muskelfaserzellen der Fussmuskulatur von Helix pomatia etwa in der Mitte ein feines Nervenfäserchen ein, theilt sich gleich innerhalb derselben in zwei Aeste, die als lange, gegen das Ende meist korkzieherartig gewundene Fäden, bis zu beiden spitzen Enden der Muskelfaser reichen. Im Centrum unter der Theilungsstelle findet sich eine ellipsoidische Anhäufung feinkörniger Substanz. Bei Bowerbankia, deren Muskeln Trinchese gleichfalls als glatte Bänder beschreibt, sah er jedoch nur einen schwach conischen Ansatz der etwas breiteren Nervenfaser, in dem Conus und an der den Muskel berührenden Basis derselben fand sich nur die körnige Materie mit einem sphärischen Kerne nebst Kernkörperchen.

Es fragt sich nun, was das Wesentliche an der motorischen Nervenendigung sei. Der Verfasser zweifelt nicht, dass dasselbe in den Arthropodenmuskeln bisher am wenigsten bekannt sei. Rouget giebt zwar an, dass es ihm gelungen, als Fortsetzung des Axencylinders ein System verzweigter Fäden im Nervenhügel zu erkennen und es dürfte an der Existenz dieses Systemes wohl kaum zu zweifeln sein, allein die weitere Angabe Rouget's, der diesem Theile allein nervöse Bedeutung zuschreibt, wie es vor ihm bereits für die Endplatten in Deutschland geschehen war, dass jenes verzweigte Fasersystem unter der kernführenden Plattensohle liege, scheint dem Verfasser durchaus der Bestätigung zu bedürfen. Engelmann, der ebenfalls Arthropodenmuskeln untersuchte, bildete im Gipfel ihrer Nervenhügel eine nicht körnige, glashelle, fast blasige Masse ab, welche viel eher das Analogon der bei den Reptilien und den Säugern gefundenen Nervenendplatte zu sein scheint und wie diese zum grossen Theile gegen die contractile Substanz hin von der granulirten Sohle umgrenzt wird. Sollte diese Vermuthung sich bestätigen, dass auch bei den Arthropoden eine nicht körnige Platte oder nur ein dem intramuskulären Axencylindersystem der Amphibien ähnliches Gebilde, und darauf scheinen Rouget's Angaben wohl zu deuten, über der granulirten kernhaltigen Sohle vorkommt, so wäre die erwünschte Einigung erzielt, es gäbe dann zunächst eine Art der Nervenendigung, die mit motorischen Endplatten in Nervenhügeln, ruhend auf einem kernhaltigen Protoplasmapolster oder einer Sohle, und eine zweite Art, wie bei den Amphibien, denen die Sohle fehlt, und

mit sehr gestreckter, faserartig verzweigter Platte. Allein die Amphibien besitzen die Endknospen, von denen nur Cohnheim ein Analogon an den Platten der Eidechse gefunden zu haben angiebt, nämlich kleine granulirte hier mehr kugelförmige Besatzkörperchen, hinsichtlich welcher die Untersuchungen von Neuem aufzunehmen sein dürften. Greeff hat zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass die Endigung bei Milnesium einer sich an die Muskelfaser anschmiegenden, flach ausgezogenen Ganglienzelle vergleichbar sei. Dies auf die höheren Thiere übertragen, würde für diese bedeuten, dass ihre Nerven mit einem Haufen von Ganglienzellen, entsprechend der vorhandenen Anzahl von Kernen, oder in eine vielkernige Ganglienzelle, auch vielleicht in verschmolzene Ganglienzellen, d. i. in eine gangliöse Endplatte vordringen. Wir kommen mit solchen Annahmen indess nicht wesentlich weiter, denn selbst wenn sie richtig sind, wird man für diese terminalen Ganglienzellen ebenso versuchen müssen die feinere Structur aufzudecken, wie für die centralen und andere, und wenn wir von diesen auch bereits manches wissen, wie z. B. dass sie theilweise fibrilläre Structur besitzen, so wissen wir doch vor der Hand von den in den Muskeln endenden Nerven mehr: wir kennen die Platte mit ihren seltsamen vom darunterliegenden Protoplasma scharf abstechenden Formen. Man darf die Hoffnung nicht aufgeben ihrem Analogon überall in allen Nervenhügeln zu begegnen, ja selbst in dem winzigen Nervenhügel von Milnesium dürften verbesserte Methoden und Instrumente dasselbe, wie überhaupt noch feinere Structuren entdecken lassen, als wir heute ahnen mögen.

So lange man den granulirten Inhalt des Nervenhügels für die eigentliche Fortsetzung des Axencylinders nahm, wie es heute noch Rouget für die Säuger und Reptilien thut, ohne den Widerspruch zu bemerken, wenn er sich für die Arthropoden entschieden und ausdrücklich dagegen erklärt und auf das lebhafteste betont, dass nur das von ihm angegebene Fasersystem nervös, Alles übrige, d. h. die granulirte Masse und die Kerne nur accessorisch seien, so lange konnte allerdings die Meinung entstehen, dass der Nerv continuirlich in die contractile Substanz übergehe. Allein diese Annahme wurde schon morphologisch widerlegt durch die Beschaffenheit der Nervenendigung beim Frosche, denn wenn es irgend ein leicht zu constatirendes Factum auf diesem Gebiete giebt, so ist es das stets und immer scharfe und deutliche Ende der intramuskulären Axencylinder der Amphibien. Physiologisch ist die Annahme ebenfalls und seit lange widerlegt, denn nachweislich wirkt der Muskel gar nicht auf die Nervenfaser: die Leitung der Erregung geht wohl vom Nerven zum Muskel, aber niemals umgekehrt und für dieses Verhalten liefert die Nervenendigung, wie wir sie jetzt kennen, das sichtbare Bild. Immerhin mag eine feinere Ausstrahlung der Platte zwischen die Körnchen ihrer Sohle stattfinden, als wir uns heute anzunehmen getrauen, und es spricht ja Manches dafür, wie z. B. das innige Haften beider Theile aneinander, auch wenn der Hügelinhalt am Muskel keine Stütze mehr findet. Dass alsdann die Sohlensubstanz einen continuirlichen Uebergang zur contractilen vermittele, ist und

bleibt von der Hand zu weisen, da es Muskeln giebt, welche dieser Einrichtung gänzlich entbehren, nämlich die der Amphibien.

Bei dem heutigen Stande der Angelegenheit dürften sich unsere Erfahrungen zusammenfassen lassen wie folgt:

In allen quergestreiften Muskeln endet der Nerv unter dem Sarkolemm unter Verschmelzung der Schwann'schen Scheide mit dem Letzteren. Die Markscheide begleitet den Axencylinder bis zu dieser Stelle. Das Ende des Axencylinders entspricht immer einer Ausbreitung mit bedeutend vermehrter Oberfläche, welche stets durch eine flach ausgebreitete Verzweigung gebildet wird. Diese Nervenendplatte ist bald mehr membranartig, bald einem Fasersysteme vergleichbar. In den meisten Fällen ruht die Platte auf einer Sohle von Kernen und feinkörnigem Protoplasma, in andern Fällen fehlt dieser Rest und die Nervenplatten besitzen dann sogenannte Nervenendknospen. Niemals dringt die Nervenendigung in's Innere des contractilen Cylinders ein und nie umfasst sie seine ganze Peripherie. Kurze Muskelfasern pflegen nur eine Nervenendigung zu erhalten, lange Fasern mehrere.

Als hypothetisch mag hinzugefügt werden, dass die Plattensohle Reste eines für die Entwicklung des Muskelgewebes und des Nervengewebes wichtigen Bildungsmaterials darstellt, und dass den Nervenendknospen vielleicht hinsichtlich des Nervengewebes die gleiche Bedeutung zukommt.

Geschichte und Literatur. In dem Vorstehenden wurde der Gang der Darstellung im Allgemeinen so gehalten, dass er zugleich die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse über die Nervenenden in den Muskeln wiedergab. Diejenigen Forscher, welche etwas wesentlich Neues über den Gegenstand zu Tage gefördert, sind daher bereits genannt, allein es bleibt hier, nachdem die Frage fast während eines Decenniums zu lebhaften Controversen Anlass gegeben, noch Einiges nachzutragen.

Auf wenigen Gebieten der Histologie hat sich methodische, stets von der Hypothese zu beginnende Arbeit fruchtbarer erwiesen, als in der Frage nach dem Zusammenhange von Nerv und Muskelfaser. Die neuere Zeit hat unzweideutig die Morphologie den Werth dieses Verfahrens, das allen übrigen Wissenschaften bereits zu bewusstem Eigenthum geworden, auch im eigenen Hause gelehrt, und das hier behandelte Beispiel wird vielleicht mit dazu dienen können, auf die Vortheile aufmerksam zu machen, die die Histologie, die ebenso weit nach der Morphologie wie nach der Physiologie übergreift, von beiden Gebieten entlehnten Hypothesen zu erwarten hat.

Wir lassen hier die älteren Arbeiten, so weit sie sich noch auf dem unfruchtbaren Gebiete der Nervenschlingen bewegen, unerörtert.

In demselben Jahre, als Savi[2] seine wichtige Beobachtung der Theilung von Nervenprimitivfasern im electrischen Organe des Zitterrochens in einer wissenschaftlichen Versammlung zu Florenz mittheilte, entdeckte Doyère[1] die Endigung des motorischen Nerven bei Milnesium tardigradum. Gelegentlich äusserte Remak[3] dann, dass ihm beim Säugethiere die Nerven mit feinen die Muskelfasern umspinnenden Netzen blasser Fasern auf der äusseren Fläche des Sarkolemms zu enden schienen. Quatrefages[4] bestätigte die Doyère'sche Entdeckung für Eolidina. 1844 fanden E. Brücke und Joh. Müller[5] die Theilung der Nervenprimitivfasern zuerst in den Muskeln (vom Auge des Hechtes), R. Wagner[6] das gleiche Factum in M. hyo-

glossus des Frosches. Hierauf bestätigte Kölliker[7] wieder die Doyère'sche Endigungsform der Nerven für eine Chironomuslarve, Reichert[8] die Theilungen am Brusthautmuskel des Frosches, wo er durch Zählungen fand, dass wenige Nervenfasern mehr Theilungsäste liefern, als die Zahl der zu versorgenden Muskelfasern beträgt. Wiederum wurde dann Doyère's Endigung bestätigt von Meissner[9] für Mermis und Ascaris, von Wedl[10], Walther[11] und Munk[12] für mehrere Nematoden. Aehnlich wie Remak äusserte sich später Schaafhausen[13], der die ganzen Muskelfasern umspinnende Netze von feinen durch Carmin zu färbenden Fasern gesehen zu haben glaubte. Zu dieser Zeit wurde jedoch zuerst die oben geschilderte Endigungsweise in den Muskeln der Insekten aufgefunden [14, 15] und da hier die Endigung an sarkolemmführenden Muskeln unter der Membran erwiesen worden, blieb die von Schaafhausen vertretene Ansicht auch für die ähnlich gebauten Wirbelthiermuskeln vorerst unwahrscheinlich. Gleichwohl fand dieselbe an Beale[16, 17] einen energischen Vertreter, der für den Frosch namentlich zu dem Schlusse kam, dass die Nerven in verhältnissmässig breite, kerntragende Fasern ausliefen. Da die Methode der Isolirung von ihm nicht befolgt wurde und er seine Präparate stark mit Carmin färbte, so konnten Beale indess Verwechselungen in dem Gewirre der den Muskel durchziehenden accessorischen Gewebe getäuscht haben. Untersuchungen an isolirten Muskelfasern des Frosches [18, 20] führten jetzt zur Auffindung der intramuscularen Axencylinder und deren Endknospen. Das für ein Wirbelthier hier zum ersten Male erwiesene Durchtreten der Nerven durch das Sarkolemm wurde dann zuerst bestätigt von Margo[19], der den Axencylinder jedoch in ein die contractile Substanz überall und namentlich in allen Tiefen durchziehendes System von Kern- und Kornfasern enden liess. Margo's Angaben, die er weiterhin auch auf die Arthropoden ausdehnte[27], haben nirgends Anklang gefunden, dieselben beruhten offenbar auf Täuschungen, erzeugt durch die bekannten reihenweis geordneten interstitiellen Körnchenreihen, welche in so vielen Muskeln vorkommen. Inzwischen schloss sich Kölliker[21] wieder der Beale'schen Auffassung an, mit dem Zusatze jedoch, dass der Nerv öfter wirklich freie Enden zeige, nicht wie Beale meinte, in völlig geschlossene Netze ausmünde. In dieser Meinung schloss Kölliker, der übrigens offenbar zuerst den intramusculären Axencylinder des Frosches wiedergesehen hatte, [25, 26], dass die Endknospen desselben Kerne der Schwann'schen Scheide seien. Krause[24] und Rouget[29] traten ihm in allen Punkten bei. Während Beale für alle Thierklassen bei seiner ersten Meinung verblieb[28], trat nun Rouget mit seiner Entdeckung des Nervenhügels bei den Reptilien und den Warmblütern hervor[29], welche im Wesentlichen bestätigt wurde von Krause[31], Engelmann[34, 38] und dem Verfasser[39, 40], von Letzterem mit besonderem Nachdrucke, weil Krause dem Nervenhügel eine ganz andere Deutung gegeben hatte, denselben ausserhalb des Sarkolemms verlegte, die Kerne als sämmtlich in der Membran gelagert beschrieb und das ganze Gebilde mehr als ein den Nervenkolben analoges, rings von der Nervenscheide sackartig umschlossenes Organ darstellte. Der Widerspruch, den Krause in dieser Hinsicht auch gegen die Beschreibungen von Rouget, Waldeyer[35], Letzerich[37] und Engelmann aufrecht erhielt[36], wurzelte in der Anwendung unsicherer Methoden, namentlich in dem Versuche, eine scharfe trennende und für das Sarkolemm zu haltende Linie zwischen der contractilen Substanz und der Sohle der Platte zu erzeugen, was ihm gelang durch Coagulation des Muskels in Kalibichromat oder durch Anlegung von Querschnitten an getrockneten Muskeln. Die so erzeugten Linien liegen indess nachweislich unter dem Sarkolemm. Es ist denkbar, dass jedoch Krause und vielleicht auch Letzerich, wenn Verfasser diesen Autor recht verstanden, im Nervenhügel die ersten Andeutungen der Nervenplatte wahrgenommen haben,

was KRAUSE als blasse kolbig endende Terminalfaser beschrieben, kann ein Stück oder ein optischer Längsschnitt der Platte gewesen sein, was LETZERICH im Aussehen zerflossenem Wachse vergleicht, die Platte selbst. Bei der ersten Untersuchung der Reptilienmuskeln in Deutschland wurde jetzt im Nervenhügel die Nervenplatte als das nächste und eigentliche Endorgan des Axencylinders erkannt[47] und zugleich festgestellt, dass die bisher dafür genommene granulirte und kernhaltige Masse nur die Sohle der Platte sei. Was ROUGET, ENGELMANN, WALDEYER und KRAUSE als Nervenplatte bezeichneten, behielt zweckmässiger den Namen Nervenhügel (DOYÈRE's Cône), um den sonst sehr passenden Terminus Endplatte für die eigentliche, auch der Gestalt nach durchaus den Namen verdienende Nervenendigung damit zu erhalten. Die Platte als wesentlicher Inhaltsbestandtheil des Nervenhügels wurde bald auch an den Muskeln der Warmblüter und des Menschen gefunden[48]. Für den Frosch waren inzwischen ROUGET[43] und KRAUSE[41] nach dem Vorgange WALDEYER's, der auch hier einen Nervenhügel gesehen zu haben glaubte, anderer Ansicht geworden, KRAUSE beschrieb an den Froschmuskeln äusserst winzige, nach seiner Meinung ebenfalls aussen auf dem Sarkolemm liegende Nervenhügel, zu welchen sich lange blasse und schmale Nervenfasern begeben sollten, während ROUGET den Nerven einfach stumpf am Sarkolemm enden liess unter Verschmelzung der Schwann'schen Scheide mit dem Letzteren. Weder ein Nervenhügel noch irgend welche Fortsetzung des Axencylinders sollte nach ROUGET im Froschmuskel vorhanden sein. Augenscheinlich war beiden Forschern die eigentliche intramusculäre Endigung wiederum entgangen, KRAUSE hatte an Präparaten, deren Nerven stark gedehnt und deshalb sehr verschmälert worden, die kleine dabei trichterförmig gewordene Ansatzstelle mit dem letzten Kerne der Schwann'schen Scheide für den Hügel genommen, ROUGET offenbar die ganze Ausbreitung des nicht mehr markhaltigen Nerven übersehen, nachdem er sich an die so unendlich viel schärferen Bilder der Eidechsenmuskeln gewöhnt hatte. Indess war es schon früher ENGELMANN[38] gelungen, die lang gedehnte Ausbreitung des intramusculären Axencylinders beim Frosche zu bestätigen, mit der Modification jedoch, dass den Endknospen die feinere Structur abgesprochen wurde, und dass eine körnige Sohlensubstanz auch hier unter dem Axencylinder vorkomme, welche einen continuirlichen Uebergang der nervösen zur contractilen Substanz vermittle. Die Gründe gegen die letztere Annahme, welche ENGELMANN für die Muskeln aller Thiere aufstellte, sind oben bereits erörtert; hier sei deshalb nur hinzugefügt, dass seine Beschreibung der körnigen Masse beim Frosche entschieden irrthümlich ist. Die eingehendste Bestätigung der im Texte gelieferten Beschreibung der Nervenendigung beim Frosche erfolgte mittelst der Silbermethode durch COHNHEIM[46], [60], ebenso die der Nervenendplatte im Doyère'schen Hügel, die in der That in mit Silber geschwärzten Muskeln als ein herrliches, weisses Muster auftritt. Derselbe Autor zeigte auch, dass die von KRAUSE[58] mittelst ziemlich concentrirter Salzsäure bewirkte Isolirung von Nerven mit daranhaftenden Resten des Nervenhügels nicht als ein Beweis der Lage des Hügels aussen auf dem Sarkolemm anzusehen sei, da die Säure unter den von KRAUSE eingehaltenen Bedingungen, nämlich der Concentration und der Zeit der Einwirkung, das Sarkolemm auflöst, den Muskel folglich entblösst und damit den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser aufhebt. Die Existenz der Endplatte wurde von ROUGET[56] und auch von KRAUSE späterhin energisch bestritten, das ganze Bild derselben für ein freilich bisher nicht beachtetes cadaveröses Gerinnungsphänomen ausgegeben, dem gegenüber ROUGET von Neuem betonte, die wahre Endigung des Axencylinders im Nervenhügel bestehe in seiner Umwandlung zur granulirten mit Kernen durchsetzten Masse. Bald jedoch zog ROUGET diese Ansicht für die Arthropodenmuskeln, besonders für die der Crustaceen zurück, indem er

hier offenbar ein Analogon der Platte, oder mindestens der mehr aus Fasern bestehenden Endigungsweise beim Frosche auffand. Es mag neuen Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob Rouget's Angaben, dass dieses Fasersystem, aller Analogie bei den Wirbelthieren entgegen, die granulirte Plattensohle durchdringe und direkt an die contractile Substanz grenze, richtig sind. Engelmann's Beobachtungen [67] bestätigen wenigstens das Letztere ausdrücklich.

Allem Anschein nach bahnt sich jetzt eine Verständigung in der so wichtigen Frage von der motorischen Nervenendigung an, indem nämlich die Ansichten Remak's, Beale's und Kölliker's allgemein verlassen sind, und indem Rouget für die Crustaceen wenigstens eine nicht bandartige und körnige Endigungsweise des Axencylinders zugiebt. Aus der allerneuesten kurzen Publication von Krause [64] geht endlich hervor, dass auch dieser Autor für die Amphibienmuskeln seine beiden älteren Angaben aufgegeben und nun wirklich das Fasersystem der intramusculären Axencylinder gesehen hat, ebenso mittelst der Färbungsmethode durch Goldlösungen das überaus prächtige Bild der Platte in den Eidechsenmuskeln. Etwaige Beziehungen der unteren Plattenfläche zu ihrer granulirten Sohle zu entwirren mag von nun an als die nächste Aufgabe bezeichnet werden. Ueber die Angaben Trinchese's [63], welche die Nervenhügel von Torpedo betreffen, steht dem Verfasser ein Urtheil noch nicht zu. Hiernach führen die Nerven dieser Fische an ihrem Ende doppelte Scheiden, von denen nur das Perineurium in's Sarkolemm übergehen soll, während die kernhaltige Schwann'sche Scheide mit dem Axencylinder in den Hügel eindringt und den sich zu flachen Netzwerken auflösenden Axencylinder überall hin locker umkleidet. An dem so umgestalteten Axencylinder erkennt Trinchese besondere gangliöse Anschwellungen, an seinen das Netzwerk überragenden Enden wahre terminale Ganglienzellen mit Kern und Kernkörperchen; andere im Hügel noch vorkommende Kerne weist er der mit in den Muskel gelangten Schwann'schen Scheide zu. Trinchese's Abbildungen, obwohl sämmtlich nach durch verdünnte HCl stark veränderten und unzweifelhaft ihrer besten Qualitäten beraubten Präparaten entworfen, zeigen, welch schönes Material ihrem Autor zufiel, und machen es ungemein wahrscheinlich, dass demselben vielleicht die herrlichsten motorischen Endplatten, die es überhaupt giebt, in der nur an physiologisch frischen Präparaten wahrnehmbaren Zartheit und Pracht der Formen entgangen sind.

Literaturverzeichniss.

1) Doyère, Mémoire sur les Tardigrades. Ann. des sciences nat. 2de Série. 1840. Pl. 17, Fig. 1—4.
2) Savi, Études anat. sur le syst. nerv. et sur l'org. électr. de la torpille. 1844.
3) Remak, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 189. 1843.
4) Quatrefages, Ann. d. Sc. nat. 2de Série. 1843. T. XIX, p. 299, Pl. II, Fig. 12.
5) E. Brücke u. Joh. Müller, Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. 4. Aufl. 1844. Bd. I. S. 524.
6) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiol. Bd. III. S. 388.
7) Kölliker, Mikroskop. Anat. Bd. II. 1. Hälfte, S. 238.
8) Reichert, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 29, 1851.
9) Meissner, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1854, S. 234 u. Bd. VII. 1856. S. 26.
10) Wedl, Wiener Sitzungsberichte, Bd. VIII. S. 298.
11) Walther, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. S. 163.
12) Munk, Göttinger Nachrichten. 1858. Nr. 1, S. 11.
13) Schaafhausen, Amtl. Ber. d. Naturforscher-Vers. zu Bonn, S. 193. 1859.
14) W. Kühne, Monatsschr. d. Berl. Akad. S. 395, 493 1859.
15) W. Kühne, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 564. 1859, auch Myolog. Untersuch. 1860.
16) Beale, Proc. of the Royal Society, London Vol. X. S. 519. 1860.
17) Beale, Philos. Transact. p. 611—619. Pl. XXIII. rec. 19 Jun. 1860.
18) W. Kühne, Compt. rend. S. 316, 18 Fév. 1861.

19) Margo, Sitzung d. Ungar. Akad. d. Wiss. 14. Oct. 1861.
20) W. Kühne, Ueber die periph. Endorgane der mot. Nerven. Leipzig 1862.
21) Kölliker, Würzb. naturwiss. Zeitschr. Bd. III. S. 1, 8. u. 22. März 1862.
22) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 24, S. 462. 1862.
23) Naunyn, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 481. 1862.
24) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XV. S. 189. 1862.
25) Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. S. 149.
26) Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. S. 263.
27) Margo, Ueber die Endigung der Nerven in der quergestr. Muskelsubst. Pest 1862.
28) Beale, Arch. of Med. Vol. III. p. 257. 1862.
29) Rouget, Note sur la terminaison des nerfs moteurs dans les muscles chez les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Compt. rend. T. LV. p. 548—551. Séance 29 Sept. 1862.
30) Beale, Philos. Trans. June 19, 1862.
31) Krause, Göttinger Nachr. Nr. 2 u. 3. 1863.
32) Beale, Proc. of the roy. Soc. June 1863.
33) Beale, Quart. Journ. of microsc. Sc. S. 97. 1863.
34) Engelmann, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 19. 1863.
35) Waldeyer, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 24. 1863.
36) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVIII. S. 136. 1863.
37) Letzerich, Med. Centralzeit. Nr. 37. 1863.
38) Engelmann, Unters. üb. d. Zusammenh. v. Nerven- u. Muskelfasern. Leipzig 1863.
39) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 27, S. 508. 1863.
40) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 28, S. 528.
41) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20, S. 1. 1863.
42) Krause, Göttinger Nachr. Nr. 18. 1863.
43) Rouget, Journ. de la Physiol. Nr. 20, S. 574.
44) Beale, Quart. Journ. of Microsc. Sc. S. 302. 1863.
45) Waldeyer, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20, S. 242.
46) Cohnheim, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 55. 1863.
47) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 29, S. 207.
48) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 29, S. 433.
49) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 21, S. 77.
50) W. Kühne, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 24. 1864.
51) W. Kühne, Virch. Arch. Bd. 30, S. 187. 1864.
52) Beale, Arch. of Med. Vol. IV. p. 161. 1864.
53) Beale, Transact. of the Microsc. Sc. October 1864.
54) Schönn, Anat. Unters. im Bereiche d. Muskel- u. Nervengewebes. Stettin.
55) Engelmann, Jenaische Zeitschr. f. Med. etc. I. 3, S. 322. 1864.
56) Rouget, Compt. rend. LIX. p. 809.
57) Rouget, Compt. rend. LIX. p. 851.
58) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 23, S. 157.
59) Schönn, Jenai'sche Zeitschr. II. S. 26.
60) Cohnheim, Virch. Arch. Bd. 34, S. 194.
61) W. Kühne, Compt. rend. 1864.
62) W. Kühne, Virch. Arch. Bd. 34, S. 412.
63) Greeff, Archiv f. mikrosk. Anat. von M. Schultze, Bd. I. S. 101.
64) Beale, Croonian lecture for 1865.
65) Moxon, Quart. Journ. of Microsc. Sc. Oct. 1866. p. 235.
66) Trinchese, Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1867. p. 485.
67) Engelmann, Jenai'sche Zeitschr. Bd. IV. S. 307.
68) Krause, Arch. f. Anat. u. Physiol. Heft V. S. 646. 1868.

Capitel VI.

Muskelfasern im polarisirten Lichte.

Von

E. Brücke.

Wenn man quergestreifte Muskelfasern unter dem Polarisationsmikroskope ansieht, so beobachtet man an ihnen merkwürdige und lehrreiche Erscheinungen. Macht man das Sehfeld dunkel indem man die Nicol'schen Prismen mit ihren Polarisationsebenen unterm rechten Winkel kreuzt, so verschwinden nur die Fasern, welche parallel der Polarisationsebene des einen oder des anderen Prismas liegen; alle diejenigen, welche mit derselben Winkel zwischen 0 und 90° machen, bleiben mit grauer Farbe auf dem schwarzen Grunde sichtbar, am hellsten diejenigen, welche mit den Polarisationsebenen der beiden Prismen Winkel von je 45° machen. Da, wo Muskelfasern unter sich parallel in mehrfacher Schicht übereinander liegen, wird die Farbe weisslich und geht dann in Gelb über. Sie ändert sich mit zunehmender Dicke der Schicht in dem Sinne, in welchem sich die Farben an dem im auffallenden Lichte betrachteten Newton'schen Farbenglase vom Centrum gegen die Peripherie hin ändert. Dreht man eines der Nicol'schen Prismen um 90°, so dass nun das Sehfeld hell wird und sein Maximum von Helligkeit erreicht, so gehen die Farben in die ihnen complementären über.

Diese Erscheinungen, so wie andere demnächst zu beschreibende, zeigen sich noch in gleicher Weise, wenn die Muskelfasern mit einer stärker lichtbrechenden Flüssigkeit, Glycerin, Terpentinöl, Dammarfirniss, infiltrirt und ganz in dieselbe eingeschlossen sind. Sie finden ihre Erklärung lediglich in der Annahme, dass die Muskelsubstanz doppeltbrechend sei, dass sich in ihr zwei Lichtwellensysteme nach verschiedenen Gesetzen fortpflanzen und mit einander interferiren.

Diese Erklärung gab schon im Jahre 1839 Prof. C. Boeck[1] in Christia-

---

1) Verh. der skandinavischen Naturforscher in Götheborg 1839 und in Copenhagen 1840. — Bericht über die Leistungen in der skandinavischen Literatur im Gebiete der Anatomie und Physiologie in den Jahren 1840—1843 v. Ad. Hannover in J. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie. Jahrg. 1844.

nia, als er der erste das Polarisationsmikroskop zur Untersuchung thierischer und pflanzlicher Gewebe anwendete, und es ist seitdem nicht gelungen, den beobachteten Thatsachen eine andere irgend wie annehmbare Deutung zu geben.

Die nächste Frage, welche wir uns jetzt stellen, ist die, ob die ganze Substanz der Muskelfasern gleichmässig doppeltbrechend sei, oder ob man an ihnen doppeltbrechende von isotropen Theilen unterscheiden könne. Beobachtet man mit hinreichend starker Vergrösserung und an Thieren, welche grosse sarcous elements haben, am besten an unserm grossen Wasserkäfer, Hydrophilus piceus; so wird man bald bemerken, dass nur die sarcous elements doppeltbrechend sind: die Zwischensubstanz, welche sie von einander trennt, ist isotrop, sie bleibt im dunkeln Sehfelde der gekreuzten Nicol'schen Prismen unter allen Umständen dunkel, gleichviel in welchem Azimuth die Muskelfaser, der sie angehört, gelagert ist: sie ist in den Muskelfasern, welche mit den Polarisationsebenen der Prismen Winkel von 45° bilden, so dunkel, wie in denen, welche mit diesen Ebenen Winkel von 0° und von 90° machen.

Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn man einen Hydrophilus piceus in starkem Weingeiste absterben lässt, und nachdem er einige Tage darin gelegen hat, die Muskelfasern eines seiner Schenkel mit Terpentinöl und endlich mit Dammarfirniss tränkt und darin einschliesst. Wegen des hohen Brechungsindex des Firnisses erscheinen dann die Muskelfasern im gemeinen Lichte sehr blass und durchsichtig, alle stärkeren Schatten sind daraus verschwunden; aber eben deshalb treten unter dem Polarisationsmikroskope alle durch die Doppeltbrechung veranlassten Erscheinungen um so reiner hervor.

In welcher Weise aber sind die sarcous elements doppeltbrechend? Sind sie positiv oder sind sie negativ? Sind sie einaxig oder sind sie zweiaxig?

Wenn wir aus einem in Weingeist erhärteten Muskel einen Querschnitt herstellen und diesen mit Dammarfirniss durchtränkt unter dem Polarisationsmikroskope betrachten, so finden wir, indem wir ihn um die Axe des Instruments drehen, dass ein Theil der durchschnittenen Muskelfasern im dunkeln Sehfelde der gekreuzten Nicol'schen Prismen immer dunkel bleibt, während die übrigen in den wirksamen Azimuthen, das heisst in solchen, in denen sie mit den Polarisationsebenen der Prismen Winkel zwischen 0 und 90° machen, hell werden. Es zeigt sich bald, dass diejenigen, welche immer dunkel bleiben, solche sind, welche der Axe des Instruments genau parallel liegen, während dies bei den übrigen nicht der Fall ist. Es liegt also eine optische Axe genau in der Längsrichtung der Muskelfasern. Da sie mit der Längsdimension der gerade Prismen darstellenden sarcous elements zusammenfällt, und da wir nicht im Stande sind eine zweite optische Axe oder irgend ein Anzeichen ihrer Existenz aufzufinden; so müssen wir die sarcous elements für einaxig halten.

Sind sie positiv oder negativ doppeltbrechend? Um dies zu ermitteln habe ich das in beistehender Figur dargestellte Instrument construirt. Die ge-

schwärzte, in der Mitte durchbohrte und auf dem Objecttische des Mikroskopes zu befestigende Messingplatte *aa* trägt zwei Schlitten, welche über einander bewegt werden, der untere *cc* durch die Mikrometerschraube *b*, der obere *ee* aus freier Hand mittelst der Handhabe *d* an dem Parallelogramme *gg*. Beide Schlitten tragen Quarzkeile, der obere der Länge nach verschiebbar in einer für ihn angebrachten Rinne *hh*, der untere fest und nur durch die Mikrometerschraube mit dem Schlitten beweglich. Sie liegen nur mit ihrem Rande auf und der Schlitten ist unter ihnen durchbrochen, so dass das Licht frei hindurchgeht. Sie haben beide einen gleichen Winkel von 1° 6′ 54″, sind so geschnitten, dass von den zwei geneigten Flächen je eine der krystallographischen Hauptaxe parallel ist, so gelagert, dass das Licht, welches vom Spiegel des Mikroskops reflectirt wird, senkrecht zu eben jener Hauptaxe hindurchgeht und so orientirt, dass sich ihre Hauptaxen kreuzen und jede von ihnen mit der Polarisationsebene des darunter befindlichen Nicol'schen Prismas einen Winkel von 45° bildet. Da die beiden Keile Gangunterschiede im entgegengesetzten Sinne bedingen, indem der Strahl, welcher im ersten der ordinäre war, im zweiten zum extraordinären wird, so erhalte ich, wenn ich das über dem Ocular befindliche Nicol'sche Prisma mit dem unter den Quarzkeilen befindlichen kreuze, da einen schwarzen Streifen, wo gleiche Dicken der letzteren übereinander liegen, und zu beiden Seiten Farben in der Folge des Newton'schen Ringsystems für reflectirtes Licht. Ich kann es ferner durch Verschieben der Keile jedesmal so einrichten, dass der schwarze Streif, der dem Gangunterschiede = 0 entspricht, oder die irgend einem bestimmten Gangunterschiede entsprechende Farbe die Mitte des Sehfeldes einnimmt.

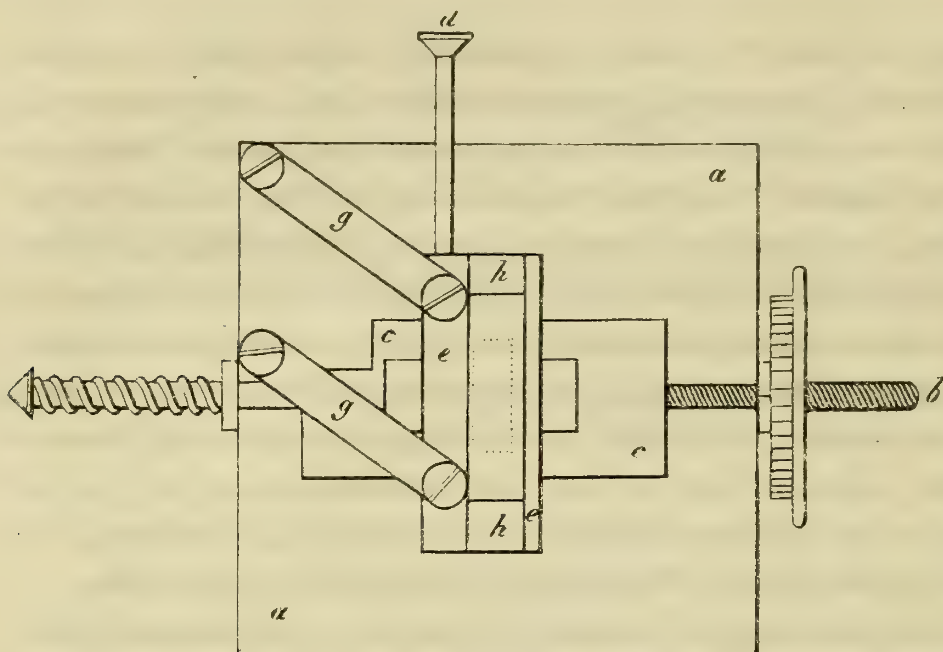


Fig. 38.

Ich benutze nun den oberen der beiden Bergkrystallkeile als Objectträger und vertheile auf demselben Muskelfasern von Hydrophilus piceus in der Weise, dass einige parallel mit der Hauptaxe liegen, andere senkrecht gegen sie gerichtet sind.

Wenn ich nun die Mikrometerschraube so bewege, dass nach und nach ein immer dickerer Theil des unteren Keiles in das Sehfeld kommt, so bemerke ich, dass jede Farbe zuerst angenommen wird von den Muskelfasern,

die senkrecht gegen die Axe des oberen Keiles orientirt sind, dann vom Grunde, dann von den Muskelfasern, welche parallel mit der Axe des oberen Keiles liegen. Wird die Schraube in entgegengesetzter Richtung gedreht, so zeigen die Muskelfasern jede Farbe zuerst, welche der Axe des oberen Keiles parallel liegen, dann der Grund, dann die Fasern, die senkrecht gegen die Axe des oberen Keiles orientirt sind. Jede Muskelfaser wirkt also optisch wie eine Verdickung des Keiles, mit dessen Axe sie parallel liegt, oder was dasselbe ist, wie eine Verdünnung des Keiles, gegen dessen Axe sie unter 90° orientirt ist. Die sarcous elements sind somit positiv wie der Bergkrystall.

Die Berechtigung zu diesem Schlusse liegt am Tage. Da sich im ersten Keile das Licht senkrecht zur Hauptaxe fortpflanzt, so gehen die Schwingungen des extraordinären Strahles parallel mit der Hauptaxe vor sich, die des ordinären Strahles in Ebenen parallel mit der Hauptaxe aber in diesen unter einem Azimuth von 90° gegen dieselbe. Der ordinäre Strahl eilt dem extraordinären voraus und es entsteht ein Phasenunterschied, der von der Dicke des Keiles und den Wellenlängen des ordinären und extraordinären Strahles abhängig ist. Mit diesem Phasenunterschiede treten die beiden Strahlen aus dem ersten Keile aus, und, indem sie in den zweiten eindringen, kann, da derselbe mit dem ersten unter 90° gekreuzt ist, der ordinäre Strahl nur Schwingungen parallel der Axe erzeugen, der extraordinäre nur solche, die senkrecht gegen den Hauptschnitt gerichtet sind. Die Impulse also, welche vom ordinären Strahle des ersten Keiles herrühren, bilden im zweiten den extraordinären und umgekehrt. Da nun im zweiten Keile der ordinäre Strahl um ebenso viel rascher fortgepflanzt wird, wie im ersten, so ist es klar, dass der Gangunterschied abnehmen muss bis gleiche Dicken beider Keile durchwandert sind, dass er dann 0 ist, und, wenn der Weg im zweiten Keile länger wird als im ersten, mit entgegengesetztem Zeichen wächst.

Liegt also auf dem oberen Keile ein doppeltbrechender Körper, dessen optische Axe mit der Hauptaxe des Krystalles parallel ist, so wird in ihm der ordinäre Strahl eben dieses oberen Keiles als ordinärer und der extraordinäre als extraordinärer fortgepflanzt. Es wirkt also auf den Phasenunterschied wie eine Verdickung, wenn in ihm, wie in dem Keile selbst, der ordinäre Strahl schneller fortgepflanzt wird als der extraordinäre. Findet aber das Gegentheil statt, so muss er aus demselben Grunde wie eine Verdünnung des Keiles wirken, mit dessen Hauptaxe seine optische Axe parallel ist.

Es bleibt uns noch eine wichtige Frage übrig, die mit Hülfe des Polarisationsmikroskops gelöst werden kann.

Sind die sarcous elements als einheitliche feste Körper zu betrachten oder als Gruppen von kleineren festen Körpern von veränderlicher Anordnung? Wenn die Muskeln sich zusammenziehen, so sehen wir die Fasern dicker werden und die Querstreifen zusammenrücken. Jedes einzelne sarcous element muss also seine Gestalt verändern, es muss kürzer und dicker werden. Wird eine solche Gestaltveränderung durch irgend welche Kräfte in einem einheit-

lichen festen Körper hervorgebracht, so müssen sich die Wirkungen jener Kräfte bis auf das einzelne Molecül erstrecken, die optischen Constanten müssen verändert werden und es ist nicht wohl denkbar, dass sie gerade so verändert wurden, dass der ordinäre und extraordinäre Strahl, nachdem sie in derselben Richtung gleiche Dicken durchlaufen haben, wiederum denselben Gangunterschied geben sollten, welchen sie unter gleichen Umständen vor der Gestaltveränderung gaben.

Anders verhält sich die Sache, wenn die sarcous elements Gruppen kleiner fester doppeltbrechender Körper sind, deren jeder einzelne seine Gestalt bei der Zusammenziehung nicht verändert. Die Gestalt der ganzen Gruppe, des sarcous element, wird dann verändert durch Veränderung in der Anordnung der einzelnen Körperchen, ähnlich wie bei einer Compagnie Soldaten verschiedene Breiten und Tiefen der Aufstellung durch Ortsveränderung der einzelnen Individuen erzielt werden. In diesem letzteren Falle müssen durch den Act der Contraction die optischen Constanten nicht geändert werden, und die Strahlen müssen deshalb, wenn sie gleiche Dicken in derselben Richtung durchlaufen haben, stets denselben Gangunterschied zeigen, gleichviel ob der Muskel sich im contrahirten oder erschlafften Zustande befindet.

Da wir an den Farben, welche unter dem Polarisationsmikroskop erscheinen, einen Maassstab für den Gangunterschied haben, so können wir auch suchen experimentell die Frage zu beantworten, ob sich während der Contraction die optischen Constanten der contractilen Substanz merklich ändern oder nicht. Alle meine hierauf gerichteten Versuche haben ein negatives Resultat gehabt, d. h. ich habe nie eine Farbenveränderung gesehen, die sich nicht vollständig auf Veränderungen in der Dicke der durchlaufenen Schicht oder in dem Winkel, den die zur Interferenz kommenden Strahlen mit der optischen Axe machten, zurückführen liess. Da ich also vergebens nach einer Veränderung der optischen Constanten gesucht habe, so muss ich annehmen, dass die sarcous elements nicht einheitliche feste Körper, sondern Gruppen von kleineren doppelbrechenden Körpern sind. Diese letzten doppelbrechenden Elemente habe ich Disdiaklasten genannt nach dem Ausdrucke, dessen sich der Entdecker der Doppelbrechung im Kalkspath, Erasmus Bartholin in dem Titel zu seiner berühmten Abhandlung[1] bedient.

Aus der zusammengesetzten Beschaffenheit der sarcous elements erklärt sich auch ihre wechselnde Erscheinungsweise an todtenstarren Muskeln. Ich habe in meinen Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes (Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften Bd. XV. Sepaflg. Wien bei Gerold) neun verschiedene Schemata abgebildet, und man sieht nicht selten an verschiedenen Stellen einer und derselben Muskelfaser zwei verschiedene Schemata repräsentirt, was dadurch zu Stande

1) Experimenta crystalli islandici disdiaclastici quibus mira et insolita refractio detegitur. Havn. 1669.

gekommen ist, dass sich in einzelnen Abschnitten der Faser die sarcous elements mit grosser Regelmässigkeit in kleinere Disdiaklastengruppen getheilt haben, so dass auf diesen Abschnitten viel engere Systeme von Querstreifen erscheinen als auf den anderen, ohne dass sie durch Contraction verkürzt und verdickt wäre.

Margo [1], der die sarcous elements auch in den Muskelfasern des Schliessmuskels der Bivalven auffand, sah bei Anodonta die Muskeln oft nur theilweise quergestreift [2]. Dann lagen in den quergestreiften Partien die sarcous elements in regelmässigen Reihen neben einander: in den Partien aber, welche bei schwächerer Vergrösserung homogen erschienen waren, fand er mit starker statt ihrer zahlreiche kleine unregelmässig zerstreute Körnchen, kleinere Disdiaklastengruppen.

Wenn man lebende Muskelfasern von Fröschen oder Käfern mit Wasser übergiesst, so sterben sie darin bekanntlich rasch ab; die Enden quellen dabei stark auf und der contractile Inhalt drängt sich aus dem Sarcolemma heraus. Wenn man solche Faserenden unter dem Polarisationsmikroskope bei gekreuzten Prismen beobachtet, so bemerkt man an ihnen keine sarcous elements, aber sie machen sich sichtbar wie durch feine silbergraue Staubwolken, die in das dunkle Sehfeld eingestreut sind. Die sarcous elements sind zerstört worden indem das eindringende Wasser die einzelnen Disdiaklasten aus ihrer Lage brachte. Dieser Quellungszustand ist wesentlich verschieden von demjenigen, welchen verdünnte Säuren hervorbringen. Letztere verändern die Disdiaklasten selbst in ihrer Substanz und heben damit die Doppelbrechung auf.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die äusseren und inneren Hülfsmittel für das Studium der Muskelfasern im polarisirten Lichte.

Wem der genossene Unterricht und die gangbaren physikalischen Lehrbücher zur geistigen Vorbereitung nicht genügen, der nehme Aug. Beer's Einleitung in die höhere Optik (Braunschweig 1853. 8.) zu Hülfe. Bei der Wahl des Instrumentes ist zunächst darauf zu sehen, dass das obere Nicol'sche Prisma über dem Ocular, nicht zwischen den Objectivlinsen im engeren Sinne und dem sogenannten Collectiv angebracht sei. Unter den Instrumenten mit letzterer Anordnung habe ich bis jetzt keines für feinere und schwierigere Untersuchungen brauchbar gefunden. Die Nicol'schen Prismen bezog man für unseren Zweck früher am besten von Böttger in Berlin: in neuester Zeit fertigt sie Hartnack in Paris in grösster Vollkommenheit nach einer von ihm und Prazmowski in den Annales de Chemie et de Physique 4e serie t. VII beschriebenen Methode.

---

1) Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften Bd. XXXIX. S. 566.

2) Die Fasern des Schliessmuskels wurden früher irrthümlich den sogenannten glatten Muskelfasern zugerechnet, d. h. solchen, deren Substanz zwar doppelbrechend ist, an denen man aber nicht sarcous elements und isotrope Zwischensubstanz unterscheiden kann.

Man kann das mikroskopische Bild dadurch bedeutend verschönern, dass man mit Canadabalsam, Dammarfirniss oder Jeffrey's Lösung von Mastix und Kautschuk in Chloroform ein Gyps- oder Glimmerplättchen auf den Objectträger klebt, und hierauf dann die Muskelfasern ausbreitet. Man hat dann bei gehöriger Orientirung des Gyps- oder Glimmerplättchens ein farbiges Sehfeld, von dem sich die Muskeln mit anderen Farben abheben und zwar mit verschiedenen Farben, je nachdem sie vermöge ihrer Orientirung auf dem Plättchen den Gangunterschied, welchen die Strahlen in demselben erlangt haben, vergrössern oder verkleinern. Dies Verfahren hat zugleich den Vortheil, dass die isotropen Partien nicht wie im dunkeln Sehfelde gänzlich verschwinden, sondern mit der Farbe des Grundes sichtbar bleiben. Die schönsten Effecte erhält man, wenn man die Dicke des Plättchens so abpasst, dass es bei gleichgerichteten oder gekreuzten Prismen eine schöne Purpurfarbe hat: dann erscheinen die Muskelfasern darauf je nach ihrer Orientirung blau oder gelb. Unter den verschiedenen Purpurfarben, welche man erhalten kann, ist die beste die, welche als die erste im wachsenden Gangunterschiede bei gekreuzten Prismen erscheint und dem Purpur entspricht, welches das Newton'sche Farbenglas im reflectirten Lichte auf der Grenze zwischen dem ersten und dem zweiten Ringsysteme zeigt. Sie giebt nämlich das empfindlichste Sehfeld, d. h. kleine Veränderungen im Gangunterschiede, hervorgebracht durch auf der Platte liegende doppelbrechende Körper, kündigen sich durch relative auffällige Farbenveränderungen an. Durch vorläufige Untersuchung mittelst des Polarisationsmikroskops findet man aus einer Reihe von Gyps- oder Glimmerplättchen verschiedener Dicke leicht die geeignetsten heraus, indem man ausser der Farbe die Grösse der Farbenveränderungen berücksichtigt, welche durch kleine Dickenunterschiede, zufällig beim Spalten entstandene Stufen, bedingt werden. Enthalten die Plättchen, welche man für zu conservirende Präparate benutzen will, zwischen ihren Lamellen Luft, die sich beim vorläufigen Tränken mit Terpentinöl in Blasen ansammelt, so kocht man sie unter Terpentinöl aus, lässt sie darin liegen bis dasselbe erkaltet ist, und überträgt sie dann in den Balsam oder Firniss mit dem sie und die auf sie zu legenden Muskelfasern eingeschlossen werden sollen.

Capitel VII.

Das Herz.

Von

F. Schweigger-Seidel.

Die Muskulatur des Herzens schliesst sich bekanntlich durch gewisse Eigenschaften an die der Willkühr unterworfenen Muskeln an, während sie anderseits in nicht unwesentlichen Punkten eine ganz selbständige Stellung einnimmt.

Die Structur ist im Allgemeinen eine fasrige, indess lehrt schon die einfachste Untersuchung, dass man nicht Fasern darzustellen vermag, die den Elementen der Stammesmuskeln gleichwerthig; man gewinnt beim Zerzupfen meist nur Bruchstücke dünner, faserartiger Gebilde, da die feinen Muskelfäden, indem sie sich vielfach theilen und mit einander anastomosiren, ein zusammenhängendes, dichtes Netzwerk bilden[1].

Die contractile Substanz ist quergestreift, enthält bisweilen unter anscheinend normalen Verhältnissen Fetttröpfchen und schliesst in ihrem Inneren Kerne ein, die in ziemlich regelmässigen Abständen gelagert sind. In den einzelnen runden oder ovalen Scheiben, welche man bei Schnitten senkrecht zur Faserrichtung erhält, findet sich der Kern stets in der Mitte[2], abgesehen davon, dass bei gehöriger Feinheit der Schnitte auch Scheiben ohne Kern vorhanden sein müssen (Fig. 39).

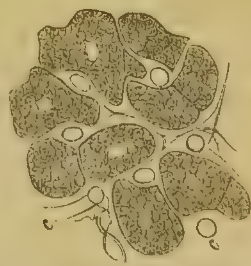


Fig. 39. Kleiner Theil eines Querschnittes durch die Muskelmasse des Herzens. *c.* Capillaren.

Die mehr oder weniger weiten spindelförmigen Lücken der contractilen Substanz, in denen die Kerne

1) Die anastomosirenden Muskelfasern des Herzens, welche schon LEEUWENHOEK abgebildet hat, fand KÖLLIKER von Neuem auf. Vergl. Mikroskop. Anatomie 2. B. S. 209 u. 483. Auch REMAK beschrieb sie 1850 (J. MÜLLER's Archiv) selbständig das eigenthümliche Verhalten der Herzmuskulatur.

2) DONDERS, Physiologie des Menschen. 1859. S. 23.

liegen, werden zum weiteren ausgefüllt durch eine körnige Masse, welche mitunter (beim Menschen) gelblich gefärbt ist. (Fig. 40 *A*).

Die Bedeutung der sogenannten Muskelfasern des Herzens ist eine andere, als in den willkührlichen Muskeln. — Durch ausgedehnte vergleichend anatomische Studien hatte Weismann[1] zunächst festgestellt, dass die fraglichen Verhältnisse nicht bei allen Wirbelthieren die gleichen sind. Bei Eidechsen, Amphibien und Fischen fand er die einzelnen Abtheilungen der Muskulatur gebildet aus dicht aneinander liegenden langgestreckten, spindelförmigen Zellen, deren Substanz quergestreift (Fig. 43); bei Säugethieren, Vögeln und Reptilien dagegen vermochte er eine derartige Zusammensetzung aus Zellen nur in embryonalen Perioden nachzuweisen, musste aber immerhin die anastomosirenden Herzmuskelfasern als aus einer Verschmelzung einzelner Zellen hervorgegangen ansehen. Dieselbe Ansicht vertrat Kölliker und Aeby[2], welcher letztere sogar beim erwachsenen MenschenMuskelfasern durch quere Scheidewände in einzelne Abtheilungen getrennt fand, aber erst Eberth[3] hat neuerdings den wesentlichen Schritt vorwärts gethan, indem er gezeigt, wie in beiden der genannten Wirbelthiergruppen auch im ausgebildeten Zustande der Herzmuskulatur eine Sonderung der einzelnen Zellen von einander fortbesteht, sodass das, was man als einheitliche Faser anzusehen gewöhnt ist, sich als eine Vielheit selbständiger ein- oder mehrkerniger quergestreifter Muskelzellen erweist[4]. Man könnte daher im Gegensatz zu den Fasern der Stammesmuskeln hier von Muskelzellketten oder Muskelzellbalken reden.

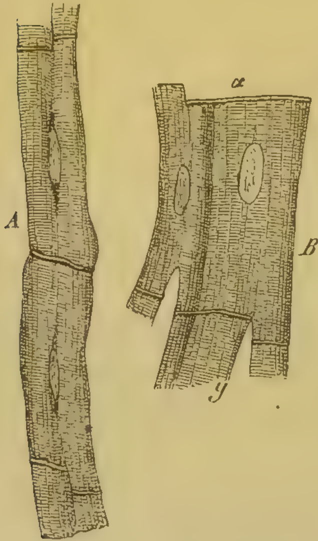


Fig. 40. *A*. Muskelfaden aus dem Herzen des Menschen, durch quere Scheidewände in einzelne kernhaltige Abtheilungen getheilt. Aus Alkohol, nach Maceration in 1 proc. Kalilösung u. Glycerin. *B*. Zwei der Quere nach vereinigte Muskelzellen vom Meerschweinchen. Essigs. u. Kochsalzlösung.

Die angegebene Verschiedenheit zwischen den einzelnen Thiergruppen reducirt sich auf eine ungleiche Zusammenordnung der Muskelzellen, deren Selbständigkeit im Herzen überall gewahrt bleibt. Beim Beweise für diese Behauptung wird es darauf ankommen, besonders bei

---

1) Arch. für Anat. und Physiol. 1861. S. 42.

2) Zeitschr. für rationelle Medicin. 3. Reihe 17. B. S. 195.

3) Virchow's Archiv. Bd. 37. S. 100.

4) So lange die Trennung der Zellen von einander sich überhaupt nachweisen lässt, wird man über den Grad der Verschmelzung kein rechtes Urtheil gewinnen können, weshalb ein Unterschied der Auffassung, wie sie Kölliker in der 5. Aufl. seines Handbuchs der Gewebelehre vertritt, von der durch Eberth ausgesprochenen, nicht wohl anzuerkennen ist. Giebt doch Kölliker jetzt zu, »dass die Verschmelzung der Zellen eine noch weniger innigere«, als er sich vorgestellt habe.

Säugethieren die Grenzen der einzelnen Zellen sichtbar zu machen und diese selbst isolirt zu gewinnen. Es eignet sich hierzu einmal das Argent. nitric. mit nachfolgender Anwendung des Kali caustic., wodurch Eberth die Muskelsubstanz in einzelne prismatische Stücke zerfällen konnte, entsprechend den schwarzen Linien, welche bei der Silberbehandlung als Ausdruck der Kittsubstanz zwischen den zelligen Elementen hervortreten. Aber auch durch Anwendung anderer (aufhellender) Mittel kann man ziemlich leicht die Ueberzeugung gewinnen, dass die Muskelfäden durch glänzende, querlaufende Linien in einzelne Abtheilungen geschieden werden, und dass jede dieser Abtheilungen einen Kern enthält. Die Undurchsichtigkeit der contractilen Substanz lässt für gewöhnlich die feinen Zellgrenzen nicht auffinden. Bei allen Isolationsversuchen ferner gelangt man immer wieder zu den kleinen, kernhaltigen Muskelstückchen und gerade solche Bilder, wie Fig. 40 *B*, beweisen, dass eine naturgemässe Trennungslinie (*a*) von einer gewaltsamen Rissstelle (*y*) wohl unterschieden werden kann.

Die Begrenzungsflächen der einzelnen Muskelzellen sind nicht eben; die über die Bündel quer verlaufenden Linien erscheinen häufig treppenförmig. Eberth fand die Ränder der Zellen regelmässig mehr oder weniger gezackt, ich sehe sie auch glatt und glaube die Verschiedenheit dadurch bedingt, dass die Muskelsubstanz bald im zusammengezogenen, geronnenen (Argent. nitric.), bald im ausgedehnten gequollenen Zustande (Essigs.) zur Beobachtung gelangte. Andere Unregelmässigkeiten der Gestalt scheinen durch den Druck, welchen die Muskelzellen auf einander ausüben, bedingt zu sein. Jede Muskelzelle enthält einen central gelegenen Kern, oder es finden sich zwei, selten mehrere Kerne, die mitunter dicht beisammen liegen und kleiner, also offenbar aus einer Theilung hervorgegangen sind. Sind die Kerne weiter auseinander gerückt, so dürfte es sich um die an dieser Stelle nicht näher zu erörternde Frage handeln, ob die mehrkernigen Zellen Entwicklungsstufen darstellen, oder ob es sich um ein Verschwinden, resp. Nichterkennen der Zellgrenzen handelt. — Die einzeln liegenden Kerne haben beim erwachsenen Menschen eine Länge von etwa 0,014 und eine Breite von 0,007 Millim., während die Muskelzellen selbst durchschnittlich 0,050—0,070 Millim. lang und 0,015—0,023 Millim. breit sind.

Die zelligen Elemente sind der Hauptsache nach in der Längsrichtung mit einander vereinigt; sie schicken zum Theil kurze seitliche Fortsätze ab, welche mit denen benachbarter Zellen zusammentreten und auf diese Weise die Anastomosen zwischen den Längsfasern herstellen (Fig. 41). Nur wo stärkere Muskelbälkchen gebildet werden, legen sich die Zellen auch der Quere nach unmittelbar an einander; berücksichtigt man jedoch den Reichthum der Blutgefässcapillaren, welche bei Säugethieren mit Nerven und Bindegewebe die Muskelsubstanz überall durchsetzen, so muss man von vornherein die Ueberzeugung gewinnen, dass keine compacteren Massen vorhanden sein können. Verschiedenartige Schnitte bestätigen dies vollkommen. Besonders geeignet

sind Querschnitte aus gut gehärteten Herzen (Fig. 39), aber auch an feinen Längsschnitten sieht man zahlreiche grössere und kleinere Spalten oder Schlitze, welche stellenweise so fein, dass sie von einigen Beobachtern geradezu als Binnenräume der Muskelfasern angesprochen wurden[1]. Ungleiche Contractionszustände der Muskulatur werden natürlich das Bild zu variiren im Stande sein.

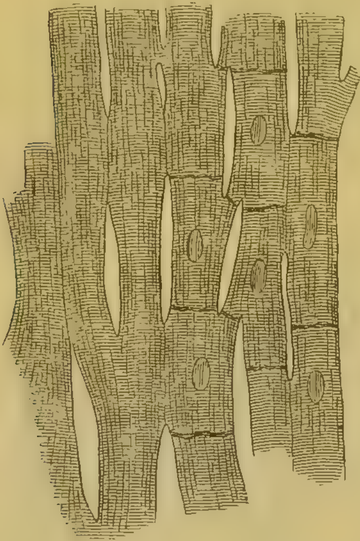


Fig. 41. Anastomosirende Herzmuskelfäden in der Längslage. Rechts sind die Grenzen der einzelnen Zellen und ihre Kerne halbschematisch eingetragen.

Die Spalten zwischen den Muskelzellen werden neben den Capillaren ausgefüllt von einem sehr zarten Bindegewebe, welches als Perimysium scheidenartige Umhüllungen bildet und aus einzelnen verzweigten Zellen zu bestehen scheint. Ein eigentliches Sarkolemma, d. h. ein besonderes, abhebbares zartes Grenzhäutchen habe ich an den Muskelzellen nicht auffinden können, wie denn auch andere Beobachter das Sarkolemma der Herzmuskelfasern ganz läugnen oder wenigstens als sehr schwer nachweisbar angeben[2]. Uebrigens muss wie jede sogenannte nackte Zelle auch die Muskelzelle eine peripherische Abgrenzung besitzen.

Abgesehen von der bisher erwähnten elementaren Theilung zerfällt nun die Muskelmasse des Herzens noch in gröbere Abschnitte. Es werden einmal mit Hülfe des Perimysium dickere Bündel oder Balken gebildet, welche namentlich in den Vorhöfen als Trabeculae carneae bekannt sind. In der Ventrikelwand dagegen kommt es mehr zur Bildung von muskulösen Blättern oder Lamellen und zwar so, dass mehrere dünnere Blätter zu dickeren Lamellen zusammentreten, welche schon mit blossem Auge erkannt werden können[3]. Die dünneren Blätter werden entweder durch ein hier immer noch zartes Bindegewebe mit einander vereinigt, oder aber es bestehen zwischen ihnen glattrandige Spalten, welche sich eine Strecke weit nach Länge und Tiefe verfolgen lassen. Diese Spalten, auf die Henle die Aufmerksamkeit gelenkt hat, verdienen meiner Ansicht nach besondere Beachtung. Ich finde sie ausgekleidet mit

---

1) Remak l. c. Rindfleisch, Lehrb. d. pathol. Gewebelehre. 1866. S. 73. Desgleichen bildet Eberth Längsspalten in den Muskelzellen ab, jedoch lässt sich seine Fig. 13 ansehen, als durch Vereinigung zweier Zellen entstanden. Uebrigens scheint Eberth meiner Ansicht nach der natürlichen Spaltung eine zu geringe Bedeutung beizumessen, wenigstens spricht er sich dahin aus (S. 121), dass das Muskelnetz des Säugethierherzens nicht in der bisher angenommenen Ausdehnung existire, sondern oft durch Zerzupfen künstlich erzeugt sei.

2) Bei Winkler, welcher sich im Archiv für Anat. und Physiol. 1867 für ein Sarkolemma ausspricht, handelt es sich, wenigstens was die Querschnittbilder betrifft, entschieden um Scheiden des Perimysium.

3) Vgl. Henle, Handb. der system. Anat. 3. B. 1. Abth. Gefässlehre S. 54. Fig. 40—44.

einem feinen Häutchen, welches sich aus platten Zellen zusammensetzt, deren Grenzen bei Silberbehandlung in Form der schwarzen Linien hervortreten. Ausserdem kann man durch passende Maceration das Häutchen abheben und isolirt gewinnen, worauf sich bei mir die Vermuthung gründet, dass manche Beobachter dieses Häutchen als Sarkolemma angesehen haben. Die Spalten liegen übrigens im Bindegewebe, welches man besonders an den Winkeln derselben nachweisen kann, und haben beim Kaninchen, bei dem mir ihre Darstellung am besten gelang, im zusammengefallenen Zustande auf Schnitten etwa eine Länge von 0,06—0,25 Millim. Wir werden auf dieselben noch einmal zurückzukommen haben. —

Was schliesslich die Anordnung der Muskelzüge in der Herzwand, die sogenannte Herzfaserung, betrifft, so kann dieselbe hier nicht eingehender behandelt werden, da sie ein eigentlich histologisches Interesse nicht beansprucht. Die gründlichen Untersuchungen von C. Ludwig, Pettigrew, Winkler u. A. haben gezeigt, wie complicirt diese Verhältnisse sich gestalten, zu welchen Complicationen an sich nach Henle noch individuelle Verschiedenheiten kommen. Wenn daher für die Atrien der Versuch, die Muskulatur auf zwei sich rechtwinklig kreuzende Schichten (die äussere circular) zurückzuführen, wohl gerechtfertigt erscheint, so ist dies für die Ventrikel nicht mehr recht möglich. Für die hier vorhandene spiralige Anordnung der Muskelzüge haben wir den Grund wahrscheinlich in entwicklungsgeschichtlichen Momenten zu suchen, da ja bekanntermaassen der ursprüngliche Herzschlauch bei seiner Umbildung nicht allein eine schleifenförmige Biegung, sondern auch eine Spiral-Drehung erleidet, durch die natürlich eine vorhandene Längs- und Querfaserung in ihrer Richtung verschoben werden muss. Schnitte durch die Ventrikelwand senkrecht zur Oberfläche und parallel der Längsaxe lassen aussen und innen längsgetroffene Züge erkennen, während die mittlere Hauptmasse sich als querdurchschnitten erweist. Demnach sind auch hier, wenngleich ganz im Allgemeinen, die beiden Hauptrichtungen der Muskelzüge zu erkennen. —

Das Bindegewebe, welches zu der Muskelsubstanz des Herzens in nähere Beziehung tritt, erfährt an einzelnen Stellen eine bemerkenswerthe Verdichtung und tritt daselbst in mächtigeren Lagen auf. Es geschieht dies besonders in den sogen. Faserringen an den Ostien des Herzens und in geringerem Grade an der Spitze der Papillarmuskeln, beides Puncte, an die wir den Ursprung resp. das Ende von Muskelbündeln zu verlegen haben. Das Gewebe der Faserringe ist sehr festes, fibröses Gewebe, mit feinsten elastischen Fasern durchsetzt; es nimmt mitunter anscheinend den Charakter des Knorpelgewebes an, histologisch nur insoweit, als sich Bilder finden lassen, wie sie an der Uebergangsstelle des Perichondrium in den eigentlichen Knorpel vorkommen. Aus diesen hier unwesentlichen Verschiedenheiten erklären sich die etwas abweichenden Angaben und Bezeichnungen verschiedener Autoren. An den Herzostien tritt das fibröse Gewebe in die Bildung der Klappen ein, an den Papillarmuskeln geht es

unmittelbar über in das Gewebe der Chordae tendineae, stets scharf gesondert von dem Gewebe des Endocardium.

Das Endocardium, welches als eine nicht überall gleichmässig dicke Haut die Herzhöhlen auskleidet und sich ausserdem an der Bildung der Klappen betheiligt, setzt sich aus mehreren Schichten zusammen. Die eigentliche Grundlage der Haut wird gebildet durch die elastische Schicht, welche verschieden reich entwickelte Netze elastischer Fasern enthält, sodass das Bindegewebe mehr oder weniger zurücktritt. Die äusseren Lager sind lockerer. Nach Innen zu erhält die Haut einen Abschluss durch eine besonders darstellbare, dichtgewebte Lamelle elastischer Netzfasern, auf der ein Lager polygonaler kernhaltiger Zellen, als Endothel der Herzhöhlen ruht.

Diesen Angaben pflegt man für gewöhnlich nur noch hinzuzufügen, dass die einfach elastischen Schichten durch eine Bindegewebslage auf die muskulöse Wand aufgeheftet seien, während doch neben diesen auch das Muskelgewebe in die Bildung des Endokards eingeht, in Form des glatten sowohl wie des quergestreiften. Die glatten Muskelzellen sind zwischen die elastischen Lamellen eingefügt, bilden aber kein zusammenhängendes Lager, sondern sind in einzelnen Zügen angeordnet, welche bald breiter, bald schmaler eine Dicke bis 0,10 Millim. erreichen können. In diesen Bündeln haben die verschiedenen Schichten der Muskelzellen nicht gleiche Richtung, jedoch werden dieselben bei Schnitten senkrecht zur Herzaxe im Allgemeinen quer getroffen. Es gelten diese Angaben wenigstens vom Endokard des Septum ventric. beim Menschen, in dem sich die glatten Muskeln sehr gut nachweisen lassen[1].

Auch die weiter nach Aussen liegende quergestreifte Muskulatur des Endokards bildet keine gleichmässige Schicht, wesshalb sie leicht übersehen oder zu den Muskellagern im Allgemeinen gerechnet werden kann. Dass dies Letztere aber nicht statthaft, geht daraus hervor, dass den muskulösen Elementen zum Theil besondere Eigenthümlichkeiten zukommen und dass ihr Lager durch Bindegewebe, Lymphgefäss- und Nervennetze von der Hauptmasse getrennt ist.

Jedenfalls finden wir am Endokard allein sämmtliche Schichten der Gefässwand und können mit mehr Recht, als früher Luschka[2] das Endokardium mit dem ganzen Gefässe und nicht bloss mit dessen Intima identificiren. Hervorzuheben bleibt übrigens noch, dass das soeben Angeführte auf die Vorhöfe keine Anwendung findet, indem ihr Endokard zwar von beträchtlicher Dicke und bemerkenswerthem Reichthum an elastischem Gewebe ist, besondere Mus-

1) Kölliker läugnet mit Bestimmtheit das Vorkommen der glatten Muskeln im Endokardium (Mikroskop. Anat. 2. B. S. 493), bezüglich der angegebenen Localität kann jedoch meines Dafürhaltens ein Zweifel nicht bestehen.

2) Virchow's Arch. 4. B. 171 und Anatomie 1. B. 2. Abth. S. 380.

kelschichten aber nicht erkennen lässt. Glatte Muskelzellen finden sich anscheinend einzeln eingestreut.

Der quergestreifte Muskel des Endokards der Ventrikel tritt unter zwei Formen auf, entweder als die bekannten Purkinje'schen Fäden, oder als ein weitmaschiges Netz von Muskelbündeln, deren Elemente sich höchstens durch ihre Grössenverhältnisse (grössere Breite bei kürzerem Längsdurchmesser) von denen der übrigen Herzsubstanz unterscheiden. Was die mit blossem Auge zu erkennenden, grauen, gallertartig erscheinenden Fäden betrifft, welche Purkinje 1845 unter dem Endokard des Kalbes auffand, so sind dieselben theils für einen besonderen motorischen Apparat, theils für eine embryonale Form der Herzmuskulatur angesehen worden [1]. Die unter einander zu Netzen vereinigten Fäden setzen sich zusammen aus mehr oder weniger regelmässigen prismatischen Stücken (Körner) von 0,05—0,10 Millim. Durchmesser, von denen jedes besteht aus einer Rindenschicht quergestreifter fibrillärer Muskelsubstanz und einer hyalinen Axensubstanz mit je einem oder zwei klaren Kernen. Während nun unter den Beobachtern die Einen die quergestreifte Masse als eine Zwischensubstanz ansehen und in sie hinein mehr selbständige klare Zellen eingelagert sein lassen, halten die Anderen, wie ich glaube mit Recht, jedes Korn für eine Muskelzelle, an welcher (als embryonales Stadium) nur die peripherischen Schichten zu contractiler Substanz umgewandelt sind.

Es ist Sache der Entwicklungsgeschichte genauer darzulegen, in welchem Verhältnisse diese Abtheilungen der Purkinje'schen Fäden zu den Herzmuskeln im ausgebildeten Zustande stehen; hier soll nur noch darauf hingewiesen werden, dass übereinstimmenden Angaben zu Folge die Purkinje'schen Fäden unmittelbar in gewöhnliche Muskelzüge übergehen, und dass sie bei einzelnen Thieren durch gewöhnliches Muskelgewebe ersetzt werden können Der Streit, ob dieses oder jenes Thier Purkinje'sche Fäden besitzt, ist daher von geringer Bedeutung, weil es sich eben nur um verschiedene Formen des Endokardmuskels handelt.

Eine Spaltung der stärkeren Fäden, wie wir sie früher kennen gelernt, liegt hier nicht vor, vielmehr werden dieselben im Ganzen von einer ausgesprochenen bindegewebigen Scheide umgeben. Diese Scheiden füllen sich mitunter bei Injectionsversuchen durch Einstich mit Masse und bilden alsdann ein weitmaschiges Netzwerk, welches nicht mit Lymphgefässen verwechselt werden darf. (Eberth.)

Wie bereits angedeutet, haben wir bei Besprechung der Innenhaut des Herzens noch der Klappen zu gedenken. Man bezeichnet dieselben wohl als Duplikaturen des Endokards, erweckt jedoch hierdurch unrichtige Vorstellun-

---

1) Ausser der Arbeit von Purkinje (Müller's, Arch. 1845, S. 294) vergleiche man die Angaben von Kölliker, Hessling, Reichert, Remak, Aeby, Obermaier und Lehnert. Die genaueren Literaturangaben findet man bei letztgenannten Autoren. Obermaier, Arch. für Anat. u. Physiol. 1867 S. 245 u. 358 Lehnert, M. Schultze's Arch. für Mikrosk. Anat. 1868 S. 26.

gen. Die Substanz jeder Klappe besteht im Wesentlichen aus zwei Schichten, einer fibrösen und einer elastischen. Erstere hängt unmittelbar mit den Faserringen zusammen, letztere ist bei den venösen Klappen eine Fortsetzung des Endokards der Vorhöfe, bei den arteriellen eine Fortsetzung der Kammerauskleidung. Die freie Fläche der fibrösen Schicht besitzt als Ueberzug ein dünnes Zellhäutchen, ohne besondere elastische Grundlage, höchstens dass die elastischen Elemente der fibrösen Schicht selbst an der Grenze eine geringe Verdichtung erfahren. An den halbmondförmigen Klappen ist die elastische Schicht an der Anheftungsstelle beträchtlich verdickt; an den venösen Klappen verschwinden die beiden Schichten nach den Zipfeln zu und werden durch das ziemlich kernreiche Sehnengewebe der Chordae tendin. ersetzt. Letztere besitzen nach den Papillarmuskeln zu eine äussere elastische Schicht mit Zellhäutchen als Fortsetzung des Endokards[1]. Auf die Zipfelklappen gehen mit dem Endokard des Vorhofs zugleich Muskelbündel über und ziehen sich bald mehr bald weniger weit nach abwärts, bleiben aber stets auf den oberen Abschnitt beschränkt[2].

Nach Angaben von Oehl (Mem. d. Acad. d. Scienze d. Torino XX, 1861) sollen in die grösseren Sehnenfäden der linkseitigen Atrioventrikularklappen kleine selbständige Muskeln eingelagert sein. Purkinje'sche Fäden gehen auf die Chordae über. An den Klappen finden sich mitunter zottenartige Auswüchse (Luschka, Lambl). — Bezüglich des Endocardium im Allgemeinen dürfte noch erwähnt werden, dass die mikroskopischen Bilder, welche man bei verschiedenen Geschöpfen erhält, ziemlich verschieden ausfallen, hauptsächlich wegen der grösseren oder geringeren Entwicklung der elastischen Fasernetze. Vorstehende Schilderung ist hervorgegangen aus der Untersuchung menschlicher Herzen.

Im Gegensatze zum Endokard ist das **Perikard** eine seröse Haut und besitzt die allgemeinen charakteristischen Eigenthümlichkeiten einer solchen. Das subseröse Gewebe ist in einzelnen Fällen ausgezeichnet durch grossen Reichthum an Fettzellen.

Die **Blutgefässe** verzweigen sich als Ausläufer der Kranzarterien in der Muskelsubstanz, im Peri- und Endokard. Die Gefässe letztgenannter Haut treten nach Luschka auf die Klappen über. Die capillare Ausbreitung in der Muskelsubstanz ist eine reichliche, indem die Muskelzellen selbst von den Netzen umsponnen werden. Die Venenwurzeln erscheinen dadurch ausgezeichnet, dass mehre capillare Gefässchen sofort zu einem dickeren Stämmchen zusammentreten, woraus zu erschliessen, dass der Abfluss des Blutes ein erleichterter ist.

---

1) Analoge Angaben über den Bau der Klappen macht bereits Donders. Nicht übereinstimmen kann ich mit der Behauptung Luschka's, dass die Klappen eine unmittelbare Fortsetzung der Arterienwand (Arch. für physiol. Heilkunde 1856. S. 537). Vergl. auch Henle.

2) Als neueste Untersuchungen über die Muskulatur der Atrioventrikularklappen sind zu nennen die v. Gussenbauer. (Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 57. Bd. 1. Abth.)

Ueber die Lymphgefässe des Herzens besitzen wir neuere Untersuchungen von Eberth und Belajeff [1]. Wie sie zeigen, kann man sowohl im Perikard, als auch im Endokard theils weit-, theils engmaschige Netze von Lymphcapillaren der gewöhnlichen Art nachweisen, meist in einfacher Schicht, seltener, bei grösserer Dicke der Haut in mehrfachen Lagen. Die endokardialen Gefässnetze des Vorhofes setzen sich mit einzelnen feineren Röhren auf die Atrioventrikularklappen fort und reichen hier bis zur Mitte; ebenso kommen den halbmondförmigen Klappen einzelne Lymphröhren zu als Fortsetzungen der Netze des Ventrikelendokards.

Im Herzfleische selbst fanden die genannten Beobachter entgegen Luschka die Lymphgefässe »nicht so zahlreich«, während ich meinen eigenen Untersuchungen zu Folge annehmen darf, dass die Herzmuskulatur doch in einer innigeren Beziehung zu den Lymphgefässen steht, als es nach diesen Angaben erscheint, insofern die früher erwähnten Henle'schen Spalten in der Muskelsubstanz mit den Lymphbahnen in Zusammenhang gebracht werden müssen. Da aber diese Spalten sich mannichfach unter einander verbinden, so bilden sie ein die Muskelsubstanz durchziehendes Canalsystem von einer Entwicklung, die gewiss nicht spärlich genannt werden kann. Es wurde bereits früher erwähnt, dass die glatten Spalten mit einem Häutchen, analog dem Lymphgefäss-Endothel ausgekleidet sind, wozu noch die Bemerkung gefügt werden muss, dass man wohl im Stande, offenbare subpericardiale Lymphgefässe mit ihren Fortsetzungen in das Spaltsystem hinein zu verfolgen. Dass dieses System nicht so ohne weiteres zu injiciren, kann nicht direct gegen die gemachte Annahme sprechen. Beim Einstich in die Herzmuskulatur tritt die Masse auch zwischen die einzelnen Muskelelemente in das Perimysium und kann sich hier eine grössere Strecke weit verbreiten, ja man sieht sogar bei geringem Drucke die angewendete Masse bis in die Lymphgefässe des Perikards vordringen, ohne dass es zu einer nachweisbaren Zerreissung und zur Bildung eines klumpigen Extravasates gekommen wäre. Eine reine Injection der Spalten erhält man so nicht. Es ist anzunehmen, dass die Lymphgefässe der Muskelsubstanz nicht immer spaltartig, sondern auch röhrenförmig je nach der Füllung und je nach dem Contractionszustande der Muskulatur.

Von dem feineren Verhalten der Herznerven insoweit es für die Physiologie von eigentlicher Bedeutung, ist zur Zeit noch wenig bekannt, namentlich fehlt es an einer genaueren Kenntniss von den intimeren histologischen Beziehungen der aus verschiedenen Quellen stammenden Fasern zu den einzelnen Geweben.

Die vom Plexus cardiacus abtretenden Nervenfäden legen sich bei den Säugethieren unter das Pericardium, zum Theil auch in das Septum ventric., wo sie inmitten der Muskelmasse verlaufen, gleichsam im Raume zwischen den beiden Ventrikelantheilen. Ihre Ausbreitung unter dem Perikard erfolgt

1) Virchow's Arch. 37. B. S. 124.

unabhängig von den Gefässen, ja es zeigt sich bei einzelnen Thieren, dass die Nerven die oberflächlichen Muskelzüge und die Gefässe geradezu rechtwinklig kreuzen, wie es z. B. die Abbildung, welche sich bei Lee[1] findet, deutlich erkennen lässt. Die einzelnen, etwas plattgedrückten Fäden, welche sich durch feinere Bündel mit einander verbinden, bestehen der Hauptmasse nach aus marklosen Nervenfasern; doppelt-conturirte Fasern kommen in wechselnder Anzahl, zumeist aber nur spärlich vor.

Die Nerven sind in Verbindung gesetzt mit Ganglienzellen. Dieselben liegen zu Gruppen vereinigt an der Aussenseite der Faserbündel, oder bilden zuweilen selbständigere kleine Ganglien, welche mit dem Nerv durch einen Stiel zusammenhängen. Zu massenhafteren Zellanhäufungen kommt es nicht, und vor allen sind die makroskopisch wahrnehmbaren Anschwellungen der Nerven nur bedingt durch ein Eindringen von Bindegewebe in Begleitung stärkerer Gefässchen in das Innere derselben.

Besser als an den subperikardialen Nerven der Säugethiere kann man das Verhalten der Fasern zu den Ganglienzellen studiren an den Herznerven der Frösche, welche sich in der dünnen Vorhofsscheidewand ausbreiten und in ihren topographischen Verhältnissen durch mehrere Specialarbeiten hinreichend bekannt sind (C. Ludwig, Bidder). Die Mehrzahl der Ganglienzellen zeigen einen Bau, wie er den Zellen des Sympathicus eigenthümlich ist, bei welchen an dem einen Pole ausser der sogen. geraden Faser auch noch die Arnold-Beale'sche Spiralfaser entspringt, was anderwärts genauer geschildert wird. Daneben sind aber auch, wie verschiedene Autoren angeben, wirklich bipolare Formen vorhanden und schliesslich noch Ganglienzellen, die sich durch die eigenthümliche Art ihrer Aneinanderlagerung auszeichnen, welche sich, um mit Auerbach[2] zu reden, in »opponirter Stellung« befinden. Zwei birnförmige Zellen in gemeinsamer Scheide liegen mit ihren platten Seiten aneinander gefügt, während die von den spitzen Enden abtretenden Nervenfasern in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Da die Aneinanderlagerung der Zellkörper eine sehr innige, so können derartig combinirte Zellen, namentlich wenn sie frisch untersucht werden, leicht für einfache bipolare gehalten werden. Eine Spiralfaser ist in diesen Fällen nicht vorhanden.

Auerbach fand diese Form der Ganglienzellen im Plexus myentericus, Bidder in der Vorhofsscheidewand, ich selbst ausserdem in anderen sympathischen Ganglien. Es gehören meiner Ansicht nach hierher diejenigen Zellen, von denen man zwei gerade Fasern abtreten sieht, wie man sogar drei kleinere Ganglienkörper in einer gemeinsamen Kapsel finden kann.

Seitdem man den Einfluss der Nerven auf die Herzthätigkeit genauer kennt, hat man sich im Allgemeinen der Ansicht hingegeben, dass der Unterschied zwischen Vagus und Sympathicus, also zwischen hemmenden und excitirenden Fasern

1) Lee, Philos. Transact. of the royal society, London 1849. Pl. II u. III.
2) Virchow's Arch. Bd. 30 S. 458.

darin zu suchen ist, dass die einen direct, die anderen nur durch Vermittlung der Ganglienzellen zu den Muskeln gelangen. Letzteres sollte vom Vagus gelten, ohne dass man vollgültige Beweise für diese Annahme vorzubringen vermocht hätte. Kölliker behauptet sogar durch die anatomische Untersuchung die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass der Vagus zu den Ganglienzellen in gar keiner Beziehung stehe, indess theilen andere Beobachter diese Ueberzeugung nicht, wie denn in neuester Zeit Bidder (Arch. für Anat. u. Physiol. 1868 S. 1) den Versuch gemacht hat, gleichfalls auf anatomischem Wege darzuthun, dass die zu den Ganglienzellen hinzutretenden Spiralfasern Vagusfasern, während die abtretenden geraden Fasern zur Ausbreitung in der Peripherie bestimmt seien. Wenn er sich aber hierbei auf die Resultate der Nervendurchschneidung bei Fröschen stützt, so muss diesem Beweismittel desshalb der Werth abgesprochen werden, weil die Ram. cardiaci bei Fröschen die einzigen zum Herzen tretenden Nerven sind, in Folge dessen bei Durchschneidung sowohl die hemmenden, als die excitirenden Fasern zur Degeneration gebracht wurden.

Die weitere Ausbreitung der Nerven in der Muskelmasse des Herzens ist schwer zu verfolgen, weil, wie es scheint, eine sehr schnelle Vertheilung stattfindet, wenigstens ist von eigentlichen Stämmchen alsbald wenig mehr zu sehen. Hierzu kommt, dass die Fasern fein und marklos. Auch in der Muskelsubstanz wird das Vorhandensein von Ganglien angenommen. Wenn man sich aber hierbei auf die Angaben Remak's[1] stützt, so ist zu beachten, dass derselbe den mikroskopischen Nachweis von Ganglienzellenhaufen nur im Herzohre des Kalbes geliefert hat. Mir ist es nicht gelungen inmitten der eigentlichen Muskulatur, zwischen den Muskelfäden selbst, Ganglien aufzufinden, ich kann eigentlich nur zugeben, dass dieselben sich an einzelnen durchtretenden Stämmchen oder Zweigen finden mögen.

Friedländer lässt Ganglienzellen in reicher Anzahl inmitten der Muskelsubstanz des Froschherzens vorhanden sein (Untersuch. aus d. physiolog. Laboratorium in Würzburg 2. Hft. 1867), indem er in vorher pulsirenden Muskelstückchen, in denen zuweilen nicht mehr als 2—3 Muskelfasern enthalten waren, ausnahmslos Ganglienzellen nachweisen zu können glaubte. Seine Angaben sind jedoch zu unbestimmt. Es wird nichts von der Grösse, der Gestalt und dem Aussehen der vermeintlichen Ganglienzellen berichtet und noch weniger der Nachweis eines Zusammenhanges der Zellen mit Nervenfasern versucht.

Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln des Herzens liegen einzelne Angaben von Kölliker und Krause vor. Kölliker lässt beim Frosche die blassen, kernhaltigen und frei auslaufenden Fasern an und in den secundären Muskelbündel endigen in Analogie mit den Nerven der willkührlichen Muskeln, während es bei Krause heisst: »Die doppelt conturirten Nervenfasern des Herzmuskels endigen mit motorischen Endplatten. Die eigenthümlichen Wirkungen der Herznerven lassen sich also keinesfalls aus ihrer Endigung erklären[2].«

Dass das Verhalten der Nerven im Herzen ein anderes sein muss als in

1) Müller's Arch. 1844 S. 463.
2) Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868. S. 178.

den Stammesmuskeln, ist nach der abweichenden Anordnung der muskulösen Elemente von vornherein wahrscheinlich; wenn die einzelnen Muskelzellen ihre Selbständigkeit bewahren, so müssen sie voraussichtlich besonders innervirt werden, wonach sich eine grössere Analogie mit dem glatten Muskelgewebe herausstellt. Wie diese Innervation sich am letzten Ende vollführt, muss durch weitere Forschung festgestellt werden, vorläufig ist zum Vergleiche mit den Einrichtungen bei anderen Muskeln Folgendes anzuführen.



Fig. 42. Isolirte Nervenfasern aus der Muskelsubstanz der Ventrikelwand vom Hunde. Vergrösserung 500.

Zu den von Bindegewebe begleiteten Capillaren, welche sich in die Spalten zwischen die Muskelzellen einlagern, gesellen sich die Nerven als feine kernführende Fasern, wie sie auch an anderen Orten als peripherische Ausbreitung der Nerven auftreten. Selbst in ganz dünnen Muskelschichten sind die feinen Fasern kaum aufzufinden; die Muskel-Capillar- und Nervenkerne, wenn auch verschieden von einander, verwirren das mikroskopische Bild so sehr, dass nichts weiter übrig bleibt, als eine Isolirung der Nerven, durch Lösung der Muskelzellnetze. Nimmt man Präparate mitten aus der Kammerwand von Säugethieren, so erhält man bei gelungenem Versuche zahlreiche Nervenfasern, allerdings meist in Bruchstücken, und sieht, wie dieselben sich vielfach theilen, auch wohl Maschen bilden. (Fig. 42.) Die Theilungen sind stellenweise sehr zahlreich (*a*), die Seitenzweige aber zumeist abgerissen. Nur selten trifft man auf einen Fall, wie er bei *b* dargestellt ist und auch da bleibt es fraglich, ob eine natürliche Endigung vorliegt, weil die von der zweiten Kernanschwellung abtretenden Fäserchen so fein werden, dass man für die Beurtheilung einer etwaigen Zerreissung keine sicheren Anhaltspuncte besitzt. Bei Fröschen gestalten sich die Verhältnisse insofern anders, als in der Muskelmasse keine Capillaren vorhanden sind und die einzelnen Bündel aus dicht gedrängten spindelförmigen Zellen bestehen. In Fig. 43 sieht man zwei etwas aus einander gezogene Bälkchen aus dem Vorhofe. Zwischen ihnen feine Nervenfasern mit den gewöhnlichen Kernen, welche sich unter mannichfachen Theilungen den Muskelbündeln innig anlegen. (Der Zweig *a* verläuft unter dem Bälkchen.) Von den charakteristischen, dreiwinkligen Kernen (*b*) treten alsdann feinere Fäden ab, welche bestimmt in das Innere des Bündels eindringen, wie man deutlich zu erkennen im Stande ist, dass die Kernfaser *c* in einer Lücke der Muskelzellen liegt. Zwischen diesen vermag man schliesslich bei Isolationsversuchen sehr feine verzweigte Fäserchen aufzufinden, und möchte dieselben für nervös halten, auch ohne den directen Zusammenhang

mit unzweifelhaften Nervenfasern dargestellt zu haben. Solche feinsten Fäserchen haften mitunter den Muskelzellen fest an.

Trotz dieser noch vorhandenen Unsicherheiten darf doch als feststehend anzusehen sein, dass die Herznerven in ihren feineren Verzweigungen zwischen die Muskelelemente selbst zu liegen kommen und so mit der von keinem Sarkolemma umhüllten contractilen Substanz in unmittelbare Berührung treten. Wie sich die Zahl der Nervenendzweige zu der Zahl der Muskelelemente verhält, darüber kann zur Zeit noch keine Auskunft gegeben werden. Von einer etwaigen directen Verbindung der Nerven mit den Kernen der Muskelzellen, wie sie z. B. von Frankenhäuser für die glatten Muskeln behauptet worden, habe ich nichts wahrzunehmen vermocht [1].



Fig. 43. Muskelbälkchen aus dem Vorhofe des Frosches mit ihren Nerven.

Es erübrigt noch, der anderweitigen Verzweigungen der Herznerven Erwähnung zu thun. Wir finden dieselben erstens im Perikardium, in dem wie in anderen serösen Häuten Netze feiner Fasern vorhanden sind, und zweitens im Endokardium, in welchem es zu einer reichlicheren Entwicklung des Nervengewebes kommt. Es hängt dieselbe nicht etwa bloss mit dem Vorhandensein der Muskellagen zusammen, indem neben den motorischen sicher auch anders functionirende Fasern angenommen werden müssen. Letztere finden ihre Endausbreitung in den inneren Lagen der Haut. Die feinen Fasern sind inmitten des elastischen Gewebes nur schwer aufzufinden und eigentlich nur mit Hülfe des Goldchlorids genauer zu verfolgen [2]. Sie sind kernführend und bilden in der Dicke der Haut Netze analog denen, welche in den serösen Häu-

1) Ein näheres Eingehen auf Einzelheiten der Specialuntersuchung, sowie eine genauere Darlegung der Methodik würde hier zu weit führen. Es soll desshalb an einem anderen Orte ausführlicher Rechenschaft gegeben werden.

2) Den Angaben wurden zu Grunde gelegt die noch nicht veröffentlichten Untersuchungen, welche von Herrn Dr. Schmulewitsch neuerdings über dieses Thema unter meiner Leitung angestellt sind.

ten vorhanden sind, nur dass die Maschen viel enger. Da jedoch keine Gleichmässigkeit herrscht, so könnten Zahlenangaben nur für ganz bestimmte Fälle von Bedeutung sein. Auch die Endigung der Nerven dürfte sich eben so verhalten wie in den serösen Häuten, wenngleich es hier noch viel schwerer ist, eine sichere Entscheidung zu treffen.

Von diesen feinen Netzen sind zu trennen die Plexus gröberer Bündel, die sich in der Bindegewebsschicht, also unter der Muskellage des Endokards ausbreiten, und der Beobachtung leichter zugänglich sind. Von ihnen aus treten einzelne Fasern ab, um theils in den Muskeln zu endigen, theils in die Bildung der erwähnten feinen Netze einzugehen.

Capitel VIII.

Von den Blutgefässen.

Von

C. J. Eberth,

Professor der pathologischen Anatomie in Zürich.

Bei den erwachsenen Wirbelthieren bildet ein von platten Zellen in einfacher Lage oder von einer zarten kernhaltigen Membran begrenztes Röhrensystem Endothelrohr (His[1]), Perithelrohr (Auerbach[2]), Zellhaut (Remak[3]) die Grundlage der Blutgefässe. Dieses Rohr ist der am wenigsten veränderliche Theil der Gefässwand, der sowohl in den feinsten Blutgefässen wie in den groben Stämmen und in den erweiterten Abschnitten des Gefässsystems — im Herzen und den cavernösen Räumen — sich erhält, wie sehr auch die übrigen Bestandtheile der Gefässwand wechseln. Nur in manchen Organen wie in der Milz der Säuger, in der Lunge der Cephalophoren und den Kiemen der Crustaceen scheinen wandungslose Blutbahnen zu existiren[4].

Die Capillaren und feinen Venen werden fast allein von diesem Rohr gebildet, dessen Elemente zarte, abgeplattete, bald mehr spindelförmige, bald mehr polygonale Zellen mit einem Kern und einem schwachen, letzteren umgebenden Protoplasmasarum sind und meistens der Längsachse der Gefässe parallel verlaufen.

Im Herzen, in den Arterien und meisten Venen ist dieses Zellrohr umlagert von bindegewebigen, elastischen und musculösen Elementen, die häufiger schichtweise geordnet, oft aber regellos vertheilt, eine Umhüllung bilden, die

---

1) Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1866.

2) Virchow's Archiv, Bd. XXXIII, 1865.

3) Müller's Archiv 1850.

4) Mit Unrecht hat Bidder (Beiträge zur Gynäkologie und Geburtskunde von Holst 1867) ein Endothel in der Randvene der Placenta geläugnet (Eberth, Virchow's Archiv, Bd. XLIII, S. 136. 1868.

im Gegensatz zu der zelligen Innenhaut als äussere Gefässhaut, Umhüllungshaut bezeichnet werden mag.

Die Mächtigkeit dieser Membran nimmt nicht proportional dem Gefässdurchmesser zu. Es giebt weite Gefässe mit sehr dünner und schmale mit verhältnissmässig kräftiger Wand. Bei wirbellosen Thieren, Schnecken und Muscheln, werden sogar die grossen Bluträume, welche die Eingeweide umgeben, nur von einer sehr zarten, zelligen Haut begrenzt, welche als äusseres Epithel, ähnlich dem Epithel der Darmserosa, die Organe bekleidet.

Die feineren Gefässe, insbesondere die arteriellen, sind im Vergleich zu den grösseren dickwandiger. An dieser Verstärkung der Wand nehmen aber nicht alle Elemente gleichen Antheil, es sind vielmehr hauptsächlich die Muskeln, die um so zahlreicher werden, je mehr das elastische und Bindegewebe zurücktritt.

Die Gewebe, welche die Umhüllungshaut bilden, sind in Schichten geordnet, deren Mächtigkeit ebenso wie ihre Reihenfolge mancherlei Schwankungen unterliegt.

Die Umhüllungshaut wird nach innen von einer elastischen Membran, der elastischen Innenhaut begrenzt. Eine muskulöse, aus glatten, theils ringförmigen, theils longitudinalen Fasern zusammengesetzte Haut bedeckt die Aussenfläche der vorigen Membran. Sie führt auch die Bezeichnung »mittlere Haut« von ihrer Lage zwischen der elastischen und der äussersten, meist nur aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehenden Membran — der Tunica adventitia.

Zu diesen Häuten gesellt sich noch eine vierte, bindegewebige Lage, Innenhaut, innere Längsfaserhaut, die sich zwischen das Endothel und die elastische Innenhaut einschiebt, intermediäre Lage will ich sie nennen. In den Arterien ist sie nur in den grossen Gefässen constant und verliert sich allmählig gegen die Peripherie. In den Venen erreicht sie ihre grösste Mächtigkeit in einigen peripheren Gefässen und nimmt gegen das Herz hin ab, so dass sie den grossen Venen (Cava) schon vollständig fehlt.

Die Gefässwand besitzt ausser den genannten Elementen noch elastische Fasern und Häute, die bald in der Form netzförmig verbundener feiner und starker Fasern, die sich selbst zu kräftigen breiten Bändern entwickeln, bald als gefensterte Bänder und Membranen auftreten. Die elastischen Fasern bilden ein durch die ganze Dicke der Umhüllungshaut sich erstreckendes Netz, deren Mächtigkeit nicht nur in verschiedenen Gefässprovinzen, sondern auch in den verschiedenen Gefässhäuten wechselt. Eine grössere Entwicklung erreichen diese Fasernetze in den Arterien auf der Aussenfläche der Muskelhaut, wo sie oft eine ziemlich markirte, kräftige Schicht bilden. (Henle's äussere elastische Haut).

Vasa vasorum und Nerven. Die Adventitia der grossen Arterien und Venen besitzt Arterien, Capillaren und Venen, die sich auch bis in die äusseren Lagen der Muskelhaut erstrecken. Die innere Faserhaut ist gefässlos.

Lymphgefässe sind noch nicht in den Blutgefässen beobachtet. Die Lymphröhren des Endocards erstrecken sich nur bis in die Semilunarklappen [1].

Bei den Amphibien und Reptilien liegen selbst die grossen Gefässe, insbesondere Arterien in mächtigen Lymphräumen und werden von der Zellhaut der Lymphgefässe bekleidet.

Die circumvasculären Räume im Hirn und Rückenmark der Säugethiere, welche früher His [2] als Lymphgefässe betrachtete, sind nach den neuesten Angaben desselben und eigenen Beobachtungen einfache Gewebslücken und nicht von eigenen Wandungen begrenzt.

Mit Ausnahme der Capillaren sind in allen Gefässen, selbst in der Adventitia der muskellosen Venen der Pia, Nerven nachgewiesen. Diese, theils aus dunkelrandigen, theils aus blassen Fasern bestehend, lösen sich, nachdem sie die Adventitia passirt haben, in ein feines Netz auf. Die Fasern dieses Netzes gehören nach dem, was ich an den feinen Hautgefässen des Frosches gesehen habe, zu den feinsten und das Netz selbst zu den dichtesten. Von dem Verhalten der letzten Nervendigungen, insbesondere zu den Muskeln, habe ich mich noch nicht mit voller Sicherheit überzeugen können.

Auch Ganglienzellen kommen im Verlauf der einzelnen zutretenden Nervenfasern und in den gröberen Nervennetzen vor. Beale [3] will dieselben sogar sehr verbreitet beobachtet haben. Ich kenne sie nur von der Cava inferior des Frosches, wo sie Lehmann [4] zuerst aufgefunden hat. Haufen von kleinen, etwas abgeplatteten und dicht gedrängt liegenden Ganglienzellen bilden rundliche Nervenknoten.

Arterien.

Die Arterien sind vor den Venen ausgezeichnet durch die stärkere Wand, welche durch den grösseren Reichthum an Muskeln und elastischen Fasern bedingt ist. Die Dicke dieser Wand wächst mit dem Kaliber, aber nicht proportional. Die Stärke der Muskelhaut nimmt verhältnissmässig mit der Abnahme des Kalibers zu. Die Menge der elastischen Fasern dagegen steigt mit dem Kaliber.

Die Zellhaut der Arterien besteht aus spindelförmigen, selten polygonalen Zellen. Ihre Durchmesser zeigen nur geringe Schwankungen in den einzelnen Gefässprovinzen.

Elastische Innenhaut. Die innerste Lage der äusseren Gefässhaut — die elastische Haut von Donders, elastische Innenhaut Kölliker's, elastische Längsfaserhaut Remak's — wird bei den feinsten Gefässen aus einem Netz feiner elastischer Fäserchen oder einer zarten, structurlosen elastischen Membran

1) Eberth und Belajeff. Virchow's Archiv. Bd. 36, 1866, S. 124.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XV, 1865, S. 127.
3) Philos. Transactions. Vol. CLIII, S. 562.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 14, S. 346.

gebildet, die an collabirten oder gefalteten Gefässen, oder losgelöst von ihrer Unterlage feine parallel verlaufende Längs- und Querfältchen zeigt. Schon in

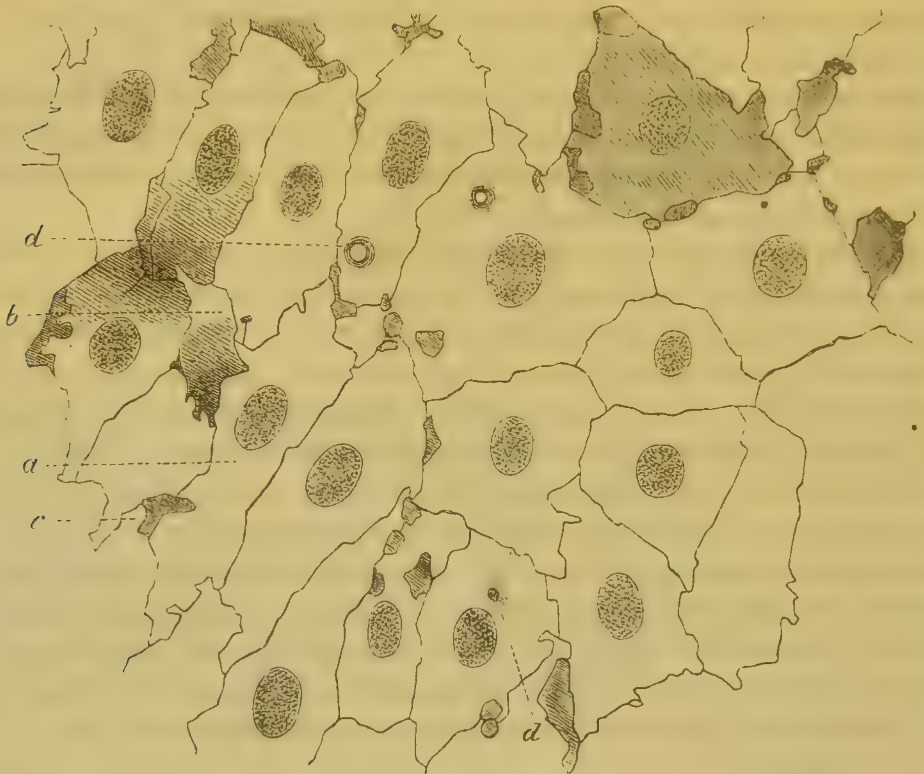


Fig. 44. Endothel der Carotis des Menschen nach Höllensteinbehandlung. *a* Zellen. *b* hellere, *c* dunkle Zwischenfelder. *d* intracelluläre ringförmige und fleckige Zeichnungen.

sehr feinen Röhren mit ganz vereinzelten Muskelzellen ist sie nachweisbar. Gegen die stärkeren Gefässe gewinnt die Membran an Mächtigkeit, kleine runde und längliche Lücken treten in ihr auf, sie erscheint jetzt als eine gefensterte, durch Längsleisten verdickte Membran. (Arteria basilaris).


Fig. 45. Elastische Innenhaut der Arteria basilaris.

In den starken Gefässen sind die Lücken zahlreicher, die Membran gewinnt dadurch das Aussehen eines dichten, aus verschieden starken Fasern bestehenden Netzes oder einer gefensterten Haut mit netzförmigen Verdickungen. Grosse Stämme Axillaris, Carotis, Pulmonalis, Cruralis, Poplitäa, Hepatica besitzen statt der einfachen elastischen Haut 2—3 miteinander anastomosirende elastische Membranen und Fasernetze. Ein helles, wenig fasriges Bindegewebe dient als Ausfüllungsmasse ihrer Zwischenräume.

Innere Faserhaut. Zu jener Membran gesellt sich eine zweite, die

aber nicht, wie Henle[1] behauptet, zwischen ihr und der nächsten, der sogenannten Media, sondern nach den Beobachtungen von Kölliker[2]), Gimbert[3] und mir zwischen dem Epithel und der elastischen Innenhaut ihre Lage hat. Remak hat diese Schichte als innerste Längsfaserhaut, Kölliker als streifige Lagen der Innenhaut bezeichnet.

Diese Haut besteht aus einer feinkörnigen Substanz mit feinen, schräg und längsverlaufenden Fäserchen. Der grösste Theil dieser wird durch Kali zerstört. Nach Aussen wird diese Membran deutlicher fasrig und geht allmählig über in die elastischen Netze und Membranen.

Nach Langhans[4] ist diese Lage bei jungen Individuen nicht deutlich fasrig, sondern undeutlich körnig. Die Streifung tritt erst auf, wenn die Membran eine gewisse Dicke erreicht hat.

Das Gewebe dieser Haut enthält zahlreiche, spindel- und sternförmige, in anastomosirenden Canälen gelegene Zellen. Die Kerne derselben sind verhältnissmässig gross, die Zellsubstanz feinkörnig oder fast homogen. Zwischen diesen Elementen finden sich auch mitunter kleine Granulationszellen, von denen ich es zweifelhaft lassen muss, ob sie normale oder pathologische Bestandtheile dieser Membran sind.

Mitunter haben die Kerne der Spindelzellen eine so ausgesprochene Stäbchenform, dass man versucht wird, an glatte Muskeln zu denken. Ich habe mich übrigens ebensowenig wie Kölliker[5], der zuerst auf solche Zellen in der Arteria axillaris und poplitäa aufmerksam machte, mit Sicherheit von dem Vorkommen glatter Muskeln in der Innenhaut dieser Gefässe überzeugen können. Dagegen traf ich vereinzelte Muskelzellen in der inneren Längsfaserhaut der Arteria hepatica und lienalis und in der Cruralis an den Theilungsstellen.

Muskelhaut. Die Umbildung des Capillarrohrs in ein arterielles beginnt mit dem Auftreten zerstreuter, querliegender, spindelförmiger Muskelzellen unmittelbar auf dem Endothelrohr, zwischen diesem und der Adventitia.

Die Muskelzellen, die anfänglich nur eine einfache unterbrochene Schichte bilden, nehmen an Zahl allmählig zu und entwickeln sich zu einer selbständigen Lage aus neben und über einander liegenden Zellen. Nach Aussen ist diese Schichte meistens scharf durch die äussere elastische Haut oder durch die Adventitia, nach Innen durch die innere elastische Membran begrenzt.

Muskellos finde ich einen kurzen Abschnitt der Arteria Pulmonalis und Aorta unmittelbar über der unteren Insertion der Semilunarklappen.

---

1) Allgemeine Anatomie. S. 496.

2) Dessen Handbuch. 5. Auflage. S. 583.

3 Mémoire sur la structure et sur la texture des Artères. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie par Ch. Robin 1865, p. 536.

4) Virchow's Archiv. Bd. 36. S. 197. 1866.

5) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 1, S. 81, 1849.

Manchen Arterien sollen sogar die Muskeln vollständig fehlen. So vermisste Leidig[1] dieselben in der Aorta von Baläna musculus, in der Aorta und anderen starken Arterien bei Raja batis, Spinax niger, Polypterus, in der Basilararterie des Hirns von Scymnus lichia, dessen feine Hirnarterien wieder deutliche Ringmuskeln führen.

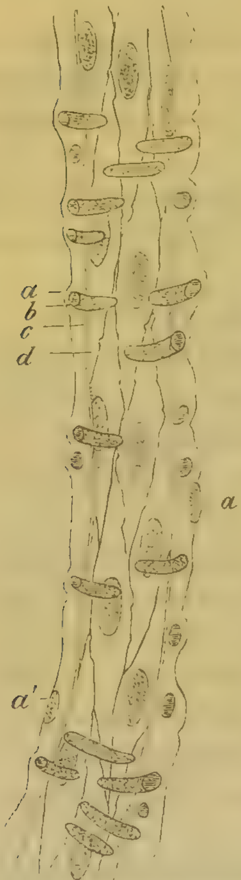


Fig. 46. Kleine Hirnarterien des Menschen. *a* Adventitia, *a'* Kerne derselben. *b* Muskelkerne, *c* elastische Innenhaut, *d* Zellhaut aus spindelförmigen Zellen gebildet.

Mit Ausnahme der grössten Arterienstämme besteht die Muskellage aus einem feinkörnigen, von spärlichen und feinen elastischen Fäserchen durchzogenen, sehr zellenarmen Bindemittel, welches die bald dichter bald zerstreuter liegenden Muskelzellen trägt. Gegen die peripheren Gefässe nimmt die Menge dieser Zwischensubstanz ab, die Muskelzellen rücken einander näher. In den grossen Arterienstämmen Aorta, Pulmonalis, Subclavia, Carotis prävalirt nicht nur diese Zwischenmasse so bedeutend, dass die vereinzelten und kurzen Muskelzellen und kleine Gruppen solcher durch grössere Zwischenräume getrennt sind, sondern es erreicht auch das elastische Gewebe in der Muskelhaut seine grösste Entwicklung. Zu den feinen und engmaschigen elastischen Fasernetzen, welche die fasrig körnige Zwischensubstanz durchsetzen, gesellen sich ziemlich gleichbreite, aus elastischen Bändern und gefensterten Membranen bestehende Lamellen, die in ziemlich gleichen Entfernungen folgend, wie Scheidewände die Muskelhaut in zahlreiche Schichten trennen. Diese Lamellensysteme hängen durch schräge Anastomosen vielfach unter sich zusammen und sind auch in Verbindung mit den feinen elastischen Fasern. Ihre Richtung ist vorherrschend die quere.

Beim Menschen wenigstens findet sich immer eine Schichte ringförmig angeordneter Muskelzellen, die sich aber häufig noch durch schräge oder longitudinale Muskelzüge verstärkt, welche bald innen, bald aussen von der Ringfaserschichte, bald an beiden Orten zugleich verlaufen.

Zerstreute längs und schräg verlaufende Muskelzellen finden sich auch in der Aorta thoracica descendens zwischen den queren Muskelfasern.

Insbesondere sind die in ihrer Lage weniger fixirten grossen Gefässe wie die der Baucheingeweide des Menschen und der Säugethiere, Arteria lienalis, renalis, umbilicalis und dorsalis penis durch längsverlaufende Muskelbündel ausgezeichnet.

Die Längsmuskeln der Arterien gehören meist der Adventitia, insbesondere ihren inneren und mittleren Lagen an, wo sie übrigens selten eine voll-

---

6) Dessen Lehrbuch. 1857.

kommene Schichte bilden, sondern nur zu schwächeren und stärkeren Bündeln vereinigt sind. Arteria renalis, lienalis, dorsalis penis. Eine kräftige Längsmuskelschicht deckt die gleichfalls sehr entwickelte Ringfaserhaut der Arterien des Mesovariums der Batrachier. Spärliche kurze Längsmuskelbündel enthält die Adventitia der Schenkelarterie. Nach REMAK[1] finden sich beim Menschen wie bei Säugethieren (Ochs, Schaf, Schwein) an der Aussenfläche des Aortenbogens und des Brusttheils der Aorta kleine Züge longitudinaler Muskeln, die schon mit dem freien Auge als kleine weissliche Klümpchen sichtbar sind[2]. Bei dem Ochsen, Schaf und Schwein konnte REMAK die Längsmuskeln bis in die Arteriae iliacae, beim Schafe in die Arteria pulmonalis und ihre Aeste verfolgen.



Fig. 47. Querschnitt durch die Arteria basilaris. *a* Endothel, *b* elastische Innenhaut, *c* Muskeln, *d* Adventitia.

In den Bauchgefässen fand REMAK äussere Längsmuskeln nur im Stamm und in den ersten Aesten der Arteria mesenterica sup., splenica und renalis des Ochsen, beim Schaf blos in der Arteria mesenterica. Bei beiden sind die Bündel zu einer dicken, zusammenhängenden Längsschicht verschmolzen.

Innere Längsmuskeln traf ich nur als ganz vereinzelte Zellen in der inneren Längsfaserhaut der Arteria hepatica und lienalis und cruralis, vermisste sie dagegen in den übrigen Baucharterien und der Arteria axillaris und poplitaea, wo KÖLLIKER solche gesehen zu haben glaubte.

Eine schmale, aus contractilen Längsfasern bestehende Schichte existirt nach REMAK in der inneren Längsfaserhaut, der Arteria renalis, splenica, hepatica und mesenterica beim Menschen, Ochs, Schaf und Schwein. Diese Muskeln sind jedoch nur auf die Ausflussmündungen und auf die dem Zweige nächste Seite der Stammarterie beschränkt. Beim Ochsen bilden diese Muskeln dicke, stark vorspringende Längsstränge, die an den Rändern grösserer Mündungen mit starken Ringfasern, sich kreuzen, welche nach Art von Sphinkteren die Mündung umkreisen. Durch diese Längsmuskeln werden wahr-

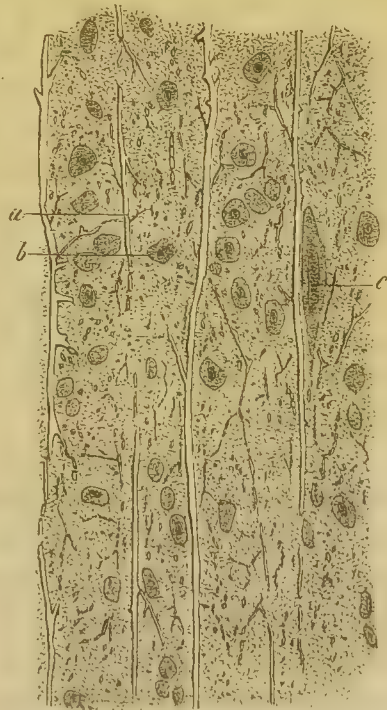


Fig. 48. Längsschnitt durch die Aorta thoracica. *a* elastische Platten. *b* Transversale Muskeln im Querschnitt. *c* Längsmuskeln.

1) MÜLLER's Archiv S. 96. 1850.
2) Ich kann dieselben für das Kalb bestätigen.

scheinlich bei spitzwinkligem Abgange der weniger fixirten Gefässe die Mündungen klaffend erhalten, wenn durch zu starke Verengerung der Ausfluss des Blutes behindert werden sollte. Diese Längsfaserschicht fehlt in den Gefässen, wo wegen der gesicherten Lage und der Stromstärke der Blutsäule jenes Bedürfniss nicht vorhanden ist, wie im Truncus anonymus, der Carotis und Subclavia.

Zerstreute Längsmuskeln beobachtete ich in der Intima an den Theilungsstellen bei spitzwinkligem Abgang der Aeste wie an der Trennung der Art. cruralis und profunda femoris.

Innere und äussere Längsmuskeln finden sich nur in den sehr muskulösen Umbilicalarterien. Die Ringmuskeln werden hier nach Innen von einer zusammenhängenden Lage longitudinaler Muskeln bedeckt, nach Aussen von schmalen Längszügen unterbrochen.

Aeussere elastische Haut und Adventitia. Henle's[1] äussere elastische Haut existirt als selbständige Membran bei den kleineren und mittelstarken Arterien mit wenigen Ausnahmen (Arteria spermatica interna, lienalis, renalis, hepatica, brachialis, cruralis, poplitaea und plantaris).

Die Arteria basilaris, deren Muskelhaut arm an elastischen Fasern ist, entbehrt dieser Membran vollkommen und statt ihrer existirt ein sehr lockeres Netz feiner elastischer Fasern in der Adventitia. Die Arteria dorsalis penis enthält daselbst zahlreiche elastische Netze. Aorta, Axillaris, Carotis, Subclavia und Pulmonalis mit reichentwickelten elastischen Platten in der Muskelhaut entbehren einer eigenen äusseren elastischen Haut.

Ueberall bildet diese Membran eine besonders gegen die Muskeln scharf begrenzte Scheidewand aus einem dichten Netz feiner elastischer Fasern, die nach Aussen mit dem elastischen Netz der Adventitia anastomosiren. Die übrige Adventitia besteht aus sich kreuzenden Bindegewebsbündeln mit elastischen Fasernetzen.

Nach dem Gesagten kann wohl für einzelne Arterien und Arteriengruppen aber keineswegs für sämmtliche arterielle Gefässe der Satz Geltung haben, es sei ein gewisser Antagonismus zwischen dem elastischen Element der Adventitia und jenem der Ringfaserhaut, wie die Arteria basilaris zeigt. Viel häufiger dagegen besteht ein Antagonismus zwischen Muskeln und elastischen Elementen der Ringfaserhaut. Gewinnen in dieser die Muskeln das Uebergewicht, verschwinden die elastischen Fasern und rücken gegen die Adventitia.

Venen.

Die Venen unterscheiden sich von den Arterien durch die geringere Dicke der Wand, die Armuth an elastischen Fasern, die geringe Entwicklung der Muskulatur bei meist starker Adventitia.

---

1) Allgemeine Anatomie S. 502. — Handbuch der Anatomie des Menschen, III. Bd. S. 73. — Gewebelehre von Kölliker. — Luigi Fasce, Istologia delle arterie e delle vene degli animali vertebrali 1865. Palermo.

Die Zellhaut besteht aus mehr polygonalen und undeutlich spindelförmigen Zellen, die im Allgemeinen kürzer als die entsprechenden Gebilde, bei den Arterien aber desto breiter sind. Ihre Grösse ist nicht in allen Gefässbezirken gleich.

Elastische Innenhaut. Wie die Arterien besitzen auch die Venen unmittelbar unter dem Epithel eine elastische Membran, die schon an feinen Gefässen wahrnehmbar ist. Diese Haut erreicht nie die Mächtigkeit und Festigkeit wie in den Arterien und behält meist den Charakter eines zarten und ziemlichen lockeren Netzes mit vorherrschender Längsfaserung, das nur selten, wie in grossen Stämmen, zu gefensterten elastischen Häuten sich entwickelt.

In der Vena iliaca und cruralis erscheint diese Haut an einzelnen Stellen in zwei zarte Blätter gespalten, welche durch feine elastische Fäserchen miteinander anastomosiren. Ein zartes, undeutlich fasriges Bindegewebe mit längs- und querverlaufenden kurzen Spindelzellen füllt die Lücken dieses Netzes aus.

Die innere Längsfaserhaut, die wie bei den Arterien zwischen der Zellhaut und der inneren elastischen Membran ihre Lage hat, ist bei den Venen viel weniger entwickelt, als bei den Arterien. Mehreren Venen fehlt sie fast vollständig wie denen des Halses, der Vena axillaris, Cava, Mesenterica, Pfortader, V. azygos und den Aesten der Pulmonalvene. Die Dicke dieser Membran correspondirt nicht dem Durchmesser der Gefässe. So entbehrt die Vena cava über und unter der Leber derselben, und erst in der Vena iliaca erscheint sie wieder, und nimmt von hier nach abwärts bedeutend zu, um in der Poplitäa ihre grösste Mächtigkeit zu erreichen. Hier bildet diese Haut auch oft Verdickungen, die schon mit freiem Auge als kleine Höcker und Querleisten sichtbar sind. Gegen die Peripherie nimmt diese Membran dann allmählig ab.

Ihr Bau ist wesentlich der gleiche wie in den Arterien, nur mit dem Unterschied, dass manchmal sehr zahlreiche Muskeln daselbst vorkommen, welche den gleichnamigen Arterien fehlen. So hat schon die Vena cruralis zwischen den Blättern ihrer elastischen Intima schmale Bündel longitudinaler Muskelfasern und die Vena poplitäa in der eigentlichen fasrigen Innenhaut innere Längs- und äussere Quermuskeln.

Muskeln. Nach der Betheiligung der Muskeln an der Bildung der Venenwand lassen sich die Venen in muskellose und muskulöse trennen.

Zu den ersteren gehören:

Die Venen der Pia und Dura mater, die Breschet'schen Knochenvenen, die Venen der Retina, die untersten Abschnitte der in die Cava superior einmündenden Venen des Stammes, Vena jugularis int. und extern. und Vena subclavia, die Venen der mütterlichen Placenta.

Nach der Anordnung der Muskulatur lassen sich die Venen in drei Gruppen bringen.

Venen mit Längsmuskeln: die des schwangeren Uterus.

Venen mit innerer ringförmiger und äusserer longitudinaler Musculatur:

Die Cava in und unter der Leber, die Vena azygos, portalis, hepatica, spermatica interna, renalis und axillaris.

Die dritte Gruppe umfasst die Venen mit inneren und äusseren longitudinalen und mittleren transversalen Fasern: Vena iliaca, cruralis, poplitäa und die Aeste der Mesenterialvenen und Vena umbilicalis.

Eine vierte Gruppe begreift die Venen mit ringförmiger Muskulatur, wozu die Venen der oberen und theilweise der unteren Extremität, die feineren Venen des Halses, Vena mammaria interna und die Venen im Innern der Lunge gehören.

Die Anordnung der Muskeln variirt also in einem und demselben Gefässbezirk. So enthalten die mittleren Aeste der Mesenterialvenen zwei Längsfaserschichten mit einer zwischenliegenden Ringfaserlage, während dagegen die Vena portarum schwache innere Ringmuskeln und ziemlich viel äussere Längsmuskeln besitzt.

Nach der Mächtigkeit der Muskulatur stehen die Venen der unteren Extremität und die Vena umbilicalis oben an, dann folgen die der Baucheingeweide, an welche sich jene der oberen Extremität reihen, welchen die der Brust und des Halses sich anschliessen.

Die entwickeltste Längsmuskulatur findet sich in der Cava unter der Leber, der Iliaca, Pfortader, der Vena renalis und mesenterica.

Der Brusttheil der unteren Hohlvene entbehrt beim Menschen, Ochsen, Schaf, Schwein und Kaninchen der contractilen Fasern, während dagegen der Lebertheil derselben bei den genannten Thieren eine starke Ringfaserschichte besitzt.

In der oberen Hohlvene des Menschen fehlen die Muskeln im Gegensatz zum Rind und Schaf und treten erst in den oberen Aesten der Jugularis communis auf. Hier fehlen auch bei der steilen Lage der Gefässe die Hindernisse, welche den Strom in der unteren Cava erschweren. Dagegen finden sich nach Remak in der Cava sup. des Rindes und Schafes innere quere und äussere Längsmuskeln, eine Einrichtung, die vielleicht durch die verschiedene Haltung des Kopfes bedingt sein mag.

Die Adventitia der Venen besteht aus den gleichen sich kreuzenden Fibrillenbündeln mit vorherrschender Längsrichtung wie die gleiche Membran der Arterien. Im Allgemeinen wächst ihr Durchmesser mit dem der Gefässe, doch giebt es hiervon mehrfache Ausnahmen. Von der Adventitia der Arterien unterscheidet sich die der Venen durch ihre grössere Dicke, die geringe Entwicklung der elastischen Fasern und das Vorkommen longitudinaler Muskeln in gewissen Gefässen. Die äusseren Längsmuskeln gehören fast allein der Adventitia an. Wie gross auch der Reichthum an elastischen Fasern sein mag, bilden dieselben doch nirgends besondere Häute, wie in der Adventitia der Arterien, sondern immer nur ein grobmaschiges Netz mit feinen und gröberen Fasern, die mehr den mittleren und inneren Lagen der Adventitia angehören

und nach Aussen allmählig abnehmen. Zwischen den Muskeln und elastischen Fasern existiren nirgends ausgesprochene Beziehungen.

Die Venenklappen können nicht als eigentliche Duplicaturen der inneren Wandschichten betrachtet werden. Die elastische, feinfasrige Innenhaut überzieht nur die convexe Fläche der Klappe. Das Gewebe dieser ist eine fein fibrilläre Bindesubstanz mit stern- und spindelförmigen Zellen.

Muskeln, deren Vorkommen in den grossen Klappen WAHLGREN behauptet, habe ich nie mit Sicherheit constatiren können.

Die sackförmigen, durchsichtigen Anhänge der Venen an der Herzseite der Venenklappen (Vena axillaris, jugularis externa und cruralis, sowie an deren Aesten), welche nach REMAK[1] ganz aus Bündeln glatter Muskeln bestehen sollen, finde ich nicht contractil.

Capillaren.

Lebenden, erwachsenen Thieren entnommene und mit der gehörigen Vorsicht untersuchte Capillaren, wie z. B. die Hyaloidea des Frosches in Kammerwasser, scheinen von einer zarten, doppelt conturirten, mattglänzenden Membran gebildet, welcher in ziemlich gleichen Entfernungen ovale Kerne eingelagert sind. Diese Wand ist übrigens nicht structurlos. Schon die Capillaren der Froschhyaloidea scheinen aus einer weichen, mattglänzenden Substanz zu bestehen, die sich in Nichts von der Substanz der feinen Protoplasmafäden der Adventitiazellen unterscheidet. Bei jungen lebenden Thieren, wie den Froschlarven, überzeugt man sich noch häufiger, dass die Capillarwand nicht völlig structurlos ist, sondern dass ihr stellenweise Körnchen eingestreut sind, und dass sie in ihrem Aussehen ganz dem Protoplasma gleicht. Die Wand erscheint hier öfters uneben, mit kleinen Zacken besetzt, oder in feine, theils solide, theils hohle trichterförmige und meist kernlose, spitze Ausläufer verlängert. Die Substanz der letzteren ist fast immer körniger als die der übrigen Membran.

Solche Seitensprossen finden sich auch in erwachsenen Thieren, STRICKER[2] sah dieselben in der Nickhaut des Frosches, ich beobachtete sie in der Hyaloidea. Seltener sind solche Fäden als Verbindungsbrücken benachbarter Gefässe. Die Durchmesser dieser Ausläufer bleiben oft weit hinter dem der Stammcapillare zurück und bieten oft nicht einmal hinreichenden Raum für ein Blutkörperchen. Diese Auswüchse, die sich als ächte Vasa serosa und wie die jüngsten Sprossen wachsender Capillaren verhalten, dürften es sehr wahrscheinlich machen, dass auch im erwachsenen Thiere eine, wenn auch beschränkte Gefässneubildung stattfindet.

An vielen und insbesondere stärkeren jungen Capillaren, normalen wie pathologisch neugebildeten, z. B. in der Membrana capsulo-pupillaris dagegen,

1) Ueber contractile Klappensäcke an den Venen des Menschen. Deutsche Klinik 1856. 3. S. 32. 2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. XII. Bd.

gelingt es schon sofort, die Wand in feinkörnige, spindelförmige Protoplasmahaufen aufzulösen.

An den Capillaren erwachsener Thiere wird ein ähnlicher, zelliger Bau erst durch verschiedene Präparationsmethoden sichtbar. So erkannte Klebs[1] an der mit phosphorsaurem Natron behandelten Harnblase des Frosches die Capillarkerne umhüllt und verdeckt von einer matten Protoplasmaschichte, welche einen länglichen, spindelförmigen Körper darstellt, welcher der Capillarmembran auf- und eingelagert ist. Ziemlich gleichzeitig und unabhängig von einander haben dann Hoyer[2], Auerbach[3], ich[4] und Aeby[5] und später Chrzonszczewsky[6] durch Behandlung mit Silbersalpeter die Capillarwand in kernhaltige Felder zerlegt. Bei der Versilberung färbt sich die Zwischensubstanz der Zellen braun oder schwarz und es treten dadurch deutlich die einzelnen Zellen hervor, welche sich auch mit einer Kalilösung von 35% (Aeby. Eberth) isoliren lassen.



Fig. 49. Capillaren aus der Membrana hyaloidea des erwachsenen Frosches mit einer fadenförmigen soliden Anastomose. *a b* Zellen der Adventitia.

Von mir[7] und Legros[8] wurde dann für die Capillaren fast sämmtlicher Organe der Wirbelthiere, wie für manche Wirbellosen, insbesondere die Cephalophoren und Lamellibranchien ein zelliger Bau der Wand nachgewiesen.

Das von Federn[9] durch Silberbehandlung in und auf den Capillaren erzeugte Netz ist völlig verschieden von dem oben erwähnten und durch die Unregelmässigkeit seiner Maschen ausgezeichnet. Seine Bedeutung ist noch unklar.

Die Gestalt der Capillarzellen ist eine sehr verschiedene. Im Allgemeinen variirt sie mit dem Gefässkaliber.

---

1) Virchow's Archiv, Bd. 32. S. 172. 1865.
2) Archiv für Anatomie 1865, datirt vom 18. Jan. 3) Breslauer Zeitung 17. Febr. 1865.
4) Sitzungsberichte der physikal. med. Gesellschaft zu Würzburg, 18. Febr. 1865. Medicinisches Centralblatt. Nr. 13. 1865. Ueber den Bau und die Entwicklung der Blutcapillaren. Erste Abhandlung. Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift, Bd. 6. 1866.
5) Medicinisches Centralblatt Nr. 14. 1865. 6) Virchow's Archiv Bd. XXXV. 1866.
7) l. c. Ueber die Capillaren der Wirbellosen.
8) Legros. Note sur l'épithelium des vaisseaux sanguins. Journal de l'Anatomie et de la physiologie. Cinquième année. 1868, S. 275.
9) Sitzungsberichte der Wiener Academie, LIII. Bd. 1866.

Schmale Capillaren haben mehr spindelförmige Zellen, breite mehr polygonale. Nach Höllensteinbehandlung erscheinen dieselben von leicht welligen Conturen begrenzt, vielfach eingebuchtet und gelappt wie z. B. in den Lungencapillaren des Frosches und der Säuger, in den capillaren Venen der Aderhaut des Kaninchens, in den Capillaren der Cephalophoren. Die dunkeln Conturlinien zeigen auch oft kleinere und grössere knotige Anschwellungen. Viele

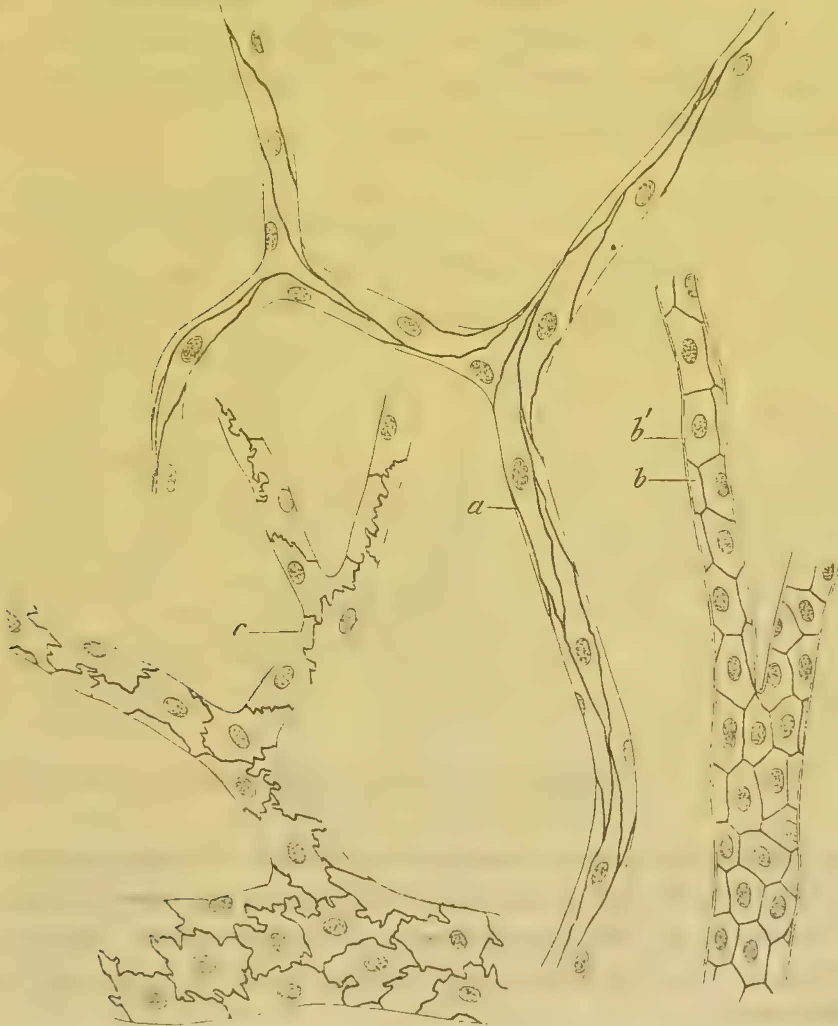


Fig. 50. *a* Schmale Capillaren mit spindelförmigen Zellen aus dem Mesenterium von Leuciscus. *b* Capillaren des Pecten im Vogelauge mit polygonalen Zellen. *b′* Membrana hyaloidea, welche die Capillaren überzieht. *c* Capillaren aus dem Darm der Schnecke mit unregelmässigen gelappten Zellen.

derselben bestehen aus einer weniger gefärbten, von den intensiv gebräunten Kittfäden umgebenen Substanz, vielleicht einer Modification der Zwischenmasse, die durch ihre geringe Reaction gegen Silbersalpeter ausgezeichnet ist.

Die schwächere Färbung kann aber auch von einer geringeren Dicke der Kittmasse herrühren und eine stärkere Färbung dadurch zu Stande kommen,

dass Eiweisstheilchen des ursprünglichen Gefässinhalts in feinen Vertiefungen der Zellhaut haftend bei der Versilberung stark gebräunt wurden.

Dass die dunkeln, die Kerne umspinnenden Linien in der versilberten Gefässwand nicht allein Eiweissniederschlägen in feine, die einzelnen Zellen begrenzenden Furchen ihre Entstehung verdanken, wie Auerbach[1] annehmen möchte, scheint mir durch das Verhalten der Kittmasse in anderen zelligen Membranen ohne vorherige Anwendung des Silbernitrats hinreichend widerlegt.

Ausser den vorhin beschriebenen dunkeln Zwischenstücken finden sich aber auch hellere, verschieden grosse Felder dem Liniennetze eingeschaltet. Dieselben sind meistens rundlich oder leicht gezackt, immer bedeutend kleiner als die benachbarte Zellen und kernlos.

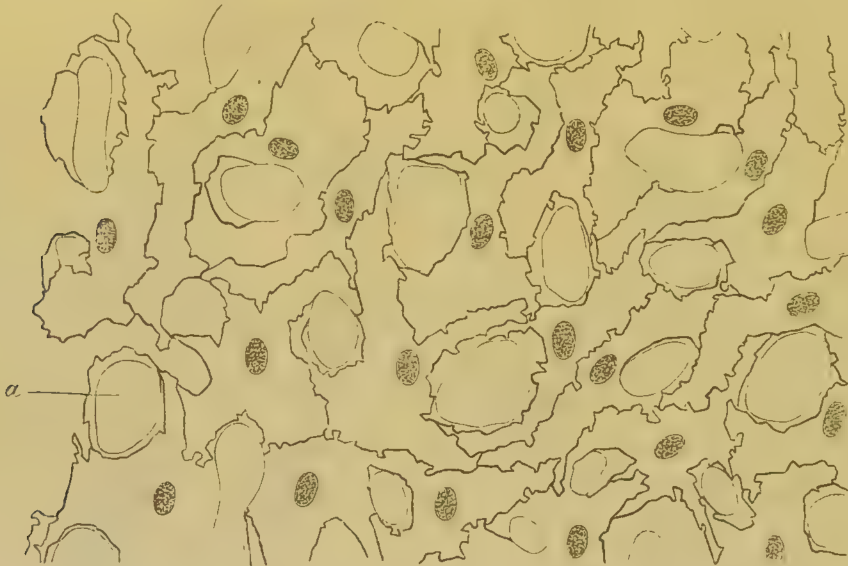


Fig. 51. Capillaren der Froschlunge mit unregelmässigen gelappten Zellen. *a* Gefässmaschen.

In den Blutcapillaren der Säugethiere sind diese Bildungen nicht so häufig, dagegen zahlreicher in den grossen Arterien und Venen und in den Gefässen niederer Thiere, z. B. der Cephalophoren. Manche dieser kernlosen Felder (Schaltstücke, wie sie Auerbach nennt) mögen wohl abgeschnürte Stücke der Gefässzellen sein.

Aber auch in den Zellen trifft man nach Versilberung nicht nur kleine, unregelmässige, dunkle, scharfgerandete Stellen, ähnlich den dunkeln Zwischenstücken.

Die Zahl der dunkeln und hellen Zwischenfelder ist bei den einzelnen Individuen sehr verschieden, und grösser in den Arterien und Venen, als in den Capillaren. Dass dieselben wirklichen Lücken in der Wand (Stomata Cohnheim) entsprechen, ist noch nicht bewiesen.

Um den Austritt von Blutkörpern zu begreifen, ist der Nachweis grö–

1) Virchow's Archiv. XXXIII. 1865. S. 380.

berer Lücken in der Gefässwand nicht nothwendig, sobald man das Gefäss nicht als eine starre, sondern eine aus weichem Material bestehende, elastische und poröse Membran betrachtet. Wären die Lücken so grob, so müssten auch gröbere Farbtheilchen an den verschiedensten Orten die Gefässwand passiren. Dies ist aber keineswegs der Fall. Wir sehen wohl feine Farbkörnchen[1] durch die Gefässwand treten, aber nicht leicht solche von dem Durchmesser farbloser Blutkörper. Diese dagegen accommodiren sich vermöge ihrer Weichheit und Elasticität den feinen, nicht sichtbaren Poren der Gefässmembran und verlassen durch dieselben das Rohr, um dann wieder ihre ursprüngliche Gestalt anzunehmen.

Dieser Austritt ist jedoch kein einfach passiver Prozess, ähnlich der Filtration von Colloidsubstanz, womit er nach Hering[2] am ehesten verglichen werden könnte. Durch die Contractilität der Zellen kann derselbe vielmehr in der verschiedensten Weise beeinflusst werden. Alles, was die active Beweglichkeit der Zellen hemmt oder begünstigt, wird von Einfluss auf die Extravasation der Zellen sein (Hering).

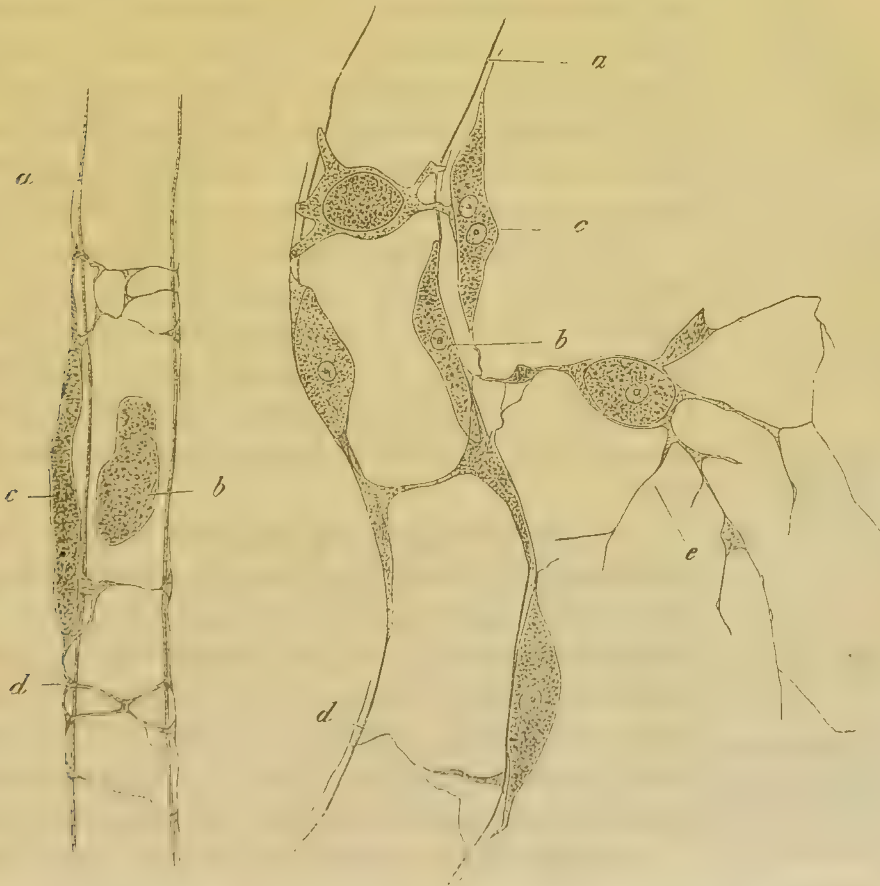


Fig. 52. Capillaren der Hyaloidea des Frosches. *a* Capillarwand, *b* Kern derselben. *c* Adventitiazellen, *d* die Capillarwand umspinnende Ausläufer der letzteren, *e* mit den Adventitiazellen anastomosirende sternförmige Zelle.

1) W. Reitz. Sitzungsberichte der Wiener Academie. Bd. LVII. 1868.
2) Wiener Sitzungsberichte. Bd. LVII. 1868.

Die feineren Capillaren bestehen nur aus dem Zellrohr oder dem röhrenförmigen Protoplasma. Gegen die stärkeren Haarröhrchen tritt eine zarte Adventitia auf, die in der Hyaloidea des Frosches, einer für diese Untersuchung besonders geeigneten Localität, nach Iwanoff's [1] und meinen eignen Untersuchungen aus einem zarten Netz feiner Fäserchen gebildet wird, welche die Ausläufer sternförmiger, der Gefässwand dicht aufliegender Zellen sind. Jede dieser Zellen besteht aus einem grossen länglichen, von einer äusserst zarten Protoplasmaschichte umgebenen Kern.

Chrzonszczewsky [2] sah an versilberten Capillaren die Zellen aus ihrem Zusammenhang gelöst und die äussere Wand der Capillare über die Rissstelle sich fortsetzen. So wenig sich auch gegen das Vorhandensein einer Capillarventitia in andern Organen einwenden lässt, so muss ich doch bemerken, dass obiger Befund aus Gründen, die ich hier nicht erörtern kann, für die Existenz einer Membran nicht unter allen Umständen beweisend ist.



Fig. 53. *a* Eine stärkere Gapillare der Froschhyaloidea mit membranöser, kernhaltiger Adventitia *b*.

Zwischen den Capillaren der Froschhyaloidea finden sich noch vereinzelte sternförmige Zellen mit runden Kernen und einem schmächtigen in viele Ausläufer verlängerten Protoplasma. Oft anastomosiren diese mit den Fortsätzen der eigentlichen Adventitiazellen. Gegen die feinen Arterien und Venen wird das circumcapillare Netz immer dichter, und bald tritt an seine Stelle eine zarte, quergefaltete, mitunter in Form von kleinen Blasen abgehobene, kernhaltige Membran.

Dass diese Capillarscheide ein Lymphraum, wie Iwanoff annimmt, ist nach der ganzen Anlage kaum wahrscheinlich [3]. Zahlreiche Versilberungsversuche an der membranösen Adventitia der stärkeren Hyaloideagefässe, in der Absicht unternommen, dadurch eine zellige Zeichnung hervorzurufen, haben mir stets ein negatives Resultat geliefert.

Eine ähnliche kernhaltige Membran bildet die äusserste Bekleidung der gröberen Capillaren, Arterien und Venen des Hirns, Rückenmarks und der Retina des Menschen. Durch Silbersalpeter lassen sich in ihr unregelmässige, platte, oft miteinander verschmolzene Zellen nachweisen. Bei passender Behandlung werden diese auch isolirt erhalten. Diese Lage mag als äusseres Gefässepithel oder wohl noch besser als Gefässperithel bezeichnet werden.

Die Zahl der auf einem Querschnitt eines Capillar-

1) Medicinisches Centralblatt. Nr. 9. 1868.

2) Virchow's Archiv. Bd. XV. S. 172. 1866.

3) Von den Capillaren des Pecten im Vogelauge beschrieb ich früher (erste Abhandlung) eine zarte, doppelt conturirte, den structurlosen Membranen gewisser Drüsen-

rohrs liegenden Zellen ist mit einzelnen Ausnahmen weniger von der Grösse der Zellen als der Gestalt derselben abhängig, weil die Grösse der Zellen in den Capillaren dem Gefässkaliber correspondirt. Im einfachsten Fall findet sich eine spindelförmige, zusammengerollte Zelle, deren Seitenflächen sich berühren und deren Spitzen den Raum zwischen den Enden benachbarter Zellen ausfüllen. Die Capillaren im Vogelpecten, selbst die feinsten, besitzen kleine polygonale Zellen in der Länge und Breite von ziemlich gleichem Durchmesser. Nur da und dort, besonders in den grösseren Gefässen, sind die Zellen von deutlicher Spindelform.

Was die Substanz der Zellen betrifft, so ist dieselbe in dem Centrum um den Kern herum immer reichlicher und deutlich körnig, gegen die Ränder dagegen fast ganz hell und zu einer dünnen Platte verschmächtigt. Die Capillarzellen des Vogelpecten dagegen sind selbst im Profil nur undeutlich spindelförmig, also auch in den Randtheilen nahezu von der gleichen Dicke wie im Centrum und bestehen aus einem feinkörnigen Protoplasma mit einem einfachen oder getheilten Kern, dessen Inhalt häufig in Form eines rundlichen Ballens ähnlich einem grossen Kernkörperchen von der Hülle des Kerns sich ablöst.

Nur einzelne Gefässbezirke machen hiervon eine Ausnahme. Es gehören hierher die Lebercapillaren der Säuger und Amphibien, die Choriocapillaris Ersterer, die Hyaloidea des Frosches, junge Capillaren in Froschlarven und pathologisch neugebildete.

An jenen ist mir bei wiederholter Untersuchung nur an einzelnen Stellen der Nachweis von Capillarzellen geglückt; statt ihrer fand ich spindelförmige oder verästelte, kernhaltige Wandpartien von feinen punktirten Linien oder von unterbrochenen Linien begrenzt. In der Choriocapillaris und der Hyaloidea des Frosches fand ich nur in einzelnen gröberen Capillaren spindelförmige oder polygonale Zellen, in anderen keine Spur davon.

Zur Deutung dieses Befundes lassen sich nur drei Möglichkeiten finden, entweder bestand die Capillarwand nie aus Zellen, oder wenn dies der Fall, gingen sie mehr oder weniger vollständig durch Verschmelzung zu Grunde, oder die Capillarwand hat sich nur unvollkommen in Zellen gegliedert.

Wenn bei wiederholten Versuchen nur in den stärkeren und älteren Capillaren, selten in den jüngsten, ein zelliger Bau nachweisbar ist, wird der Schluss erlaubt sein, dass eben nicht alle Capillaren gleich gebaut sind, dass dieselben nicht sämmtlich Intercellularröhren sind. Wenn von einer Capillarwand ein anfangs solider, kernhaltiger oder kernloser Fortsatz sich erhebt, der allmählig sich verlängert, hohl wird und mit dem Lumen der eigentlichen

---

schläuche ähnliche Adventitia. Ich habe mich jetzt an Querschnitten des Pecten überzeugt, dass die scheinbare Adventitia nur die Hyaloidea ist, welche den ganzen Pecten überzieht, und indem sie genau den Gefässen folgt, bei Flächenansichten eine vollkommene Adventitia vortäuscht.

1 Eberth. Zur Histologie der Blutgefässe, Virchow's Archiv. Bd. XLIII. S. 136. 1868.

Capillare in Communication tritt, so ist derselbe im günstigen Fall ein trichterförmiger Auswuchs einer Zelle, aber er ist kein Intercellulargang. In vielen Fällen, so bei Froschlarven, finden sich solche Auswüchse an Capillaren, die keine Spur eines zelligen Baus mit Höllenstein erkennen lassen, während dagegen in den älteren Gefässen ein solcher mit Leichtigkeit hervortritt. Muss man nicht consequenter Weise schliessen, dass die mit Ausläufern besetzte Capillarwand ähnlich zusammengesetzt sei, wie die trichterförmigen Ausstülpungen, dass sie, wie Stricker sagt, Protoplasma in Röhrenform sei?

Die Capillarwand ist sowohl in jungen, wie in erwachsenen Thieren contractil. Stricker[1] sah nicht nur die Capillaren der Froschlarven, sondern auch die der Nickhaut des Frosches so weit sich verengern, dass nicht einmal ein Blutkörperchen mehr passiren konnte. Von der Wand der Nickhautcapillaren sah er endlich kleine buckelartige Auftreibungen sich erheben, die dann wieder verschwanden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass durch solche Contractionen Blutkörperchen in die Capillarwand gepresst und schliesslich durch dieselbe hindurchgetrieben werden.

Cavernöse Gefässe. Lakunäre Blutbahnen. Gefässplexus.

Die cavernösen Gefässe kommen dadurch zu Stande, dass die Gefässwand sich auflockert und in ein schwammiges Gewebe umbildet, oder dass sie gegen das Lumen fadenförmige und membranöse, unter einander verbundene Auswüchse treibt, die sich entweder als ein spongiöser Beleg auf der Innenfläche der Wand erhalten, oder ein das ganze Lumen durchsetzendes Netzwerk bilden. Das Gleiche wird erreicht durch zahlreiche und rasch folgende Anastomosen ungleich weiter Gefässe. Die ursprüngliche Gefässwand wird so zu dünnen Bälkchen und Plättchen von verschiedener Dicke rarefizirt, die bald aus einfach zelligen Fädchen, bald aus sämmtlichen Bestandtheilen der Gefässwand gebildet werden.

An den Arterien sind diese Bildungen selten. Die sogenannte Carotidendrüse des Frosches gehört hierher. Hier trägt die stark muskulöse Wand der Carotis nach innen ein Balkennetz mit verschieden grossen Lücken, die unter sich und mit dem Hauptlumen communiciren. Diese Balken sind einfache Auswüchse der Gefässwand mit überwiegend schräg und longitudinal verlaufenden, spindelförmigen Muskelzellen. Dass diese quergestreift, wie Leydig behauptet, kann ich nicht bestätigen, wohl aber sind sie kräftiger, wie die übrigen Gefässmuskeln.

Eine ähnliche Bildung findet sich nach Retzius in der Lungenarterie und der Aorta der Meerschildkröte.

Das Gerüste cavernöser Venen besteht bald aus einfachen Bindegewebsbälkchen wie im Sinus cavernosus, bald enthält es ausser der Bindesubstanz

---

1) Bd. LI und XII. Wiener Sitzungsberichte.

noch Gefässe und der Länge nach verlaufende und anastomosirende Muskelbündel, wie in den cavernösen Körpern der Genitalien. Das Gefässendothel bildet die innerste Auskleidung dieser Bluträume.

Die cavernösen Capillaren wiederholen im Kleinen die Verhältnisse der cavernösen Venen. In der Lunge der Schnecken sind die Bluträume von feinen, kernhaltigen Bälkchen eines zarten homogenen Bindegewebes durchsetzt, denen ebenso vollständig wie in den grossen Lungengefässen und dem Herzen eine zellige Bekleidung mangelt[1].

In den Kiemen der Krebse dagegen ist das Gerüste der Bluträume aus Zellen gebildet, deren äussere verbreiterte Enden unmittelbar der Cuticula anliegen und die sogenannte Chitinogenschichte bilden, während der birnförmige oder keulenförmige Zellkörper, welcher den Kern birgt, der Achse der Kiemenfiedern zugewendet ist und der Wand der grösseren Kiemengefässe adhärirt. Zwischen diesen Zellen bleiben rundliche, mit einander communicirende Lücken, in denen das Blut strömt. Eine besondere, die Bluträume begrenzende Membran fehlt. Häckel[2], Leydig[3], Eberth[4].

Aehnliche lacunäre Blutbahnen finden sich nach Wilh. Müller in der Milz der Säuger.

Bei der Wundheilung entstehen feinere und gröbere, wandungslose, intercelluläre Blutbahnen zwischen den Granulationszellen. Sie stellen anfänglich ein intermediäres Netz plasmatischer Canäle dar, welches von den Arterien aus durch Lücken in der aufgelockerten Gefässwand gespeist wird und in ähnlicher Weise in die Venen mündet. Ein Theil dieser plasmatischen Gänge erweitert sich später zu wirklichen Blutgefässen, deren Wand durch Verschmelzen der die Blutbahn begrenzenden Zellen gebildet wird, während die Mehrzahl derselben zu Grunde geht. (Thiersch[5]).

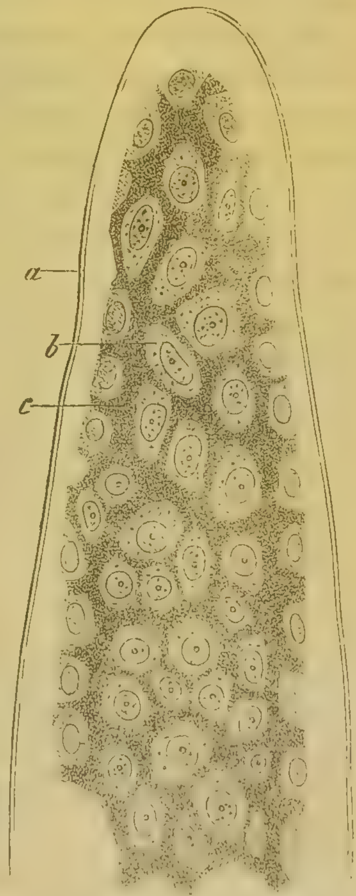


Fig. 54. Kiemenfieder des Flusskrebses. *a* Cuticula, *b* die keulenförmigen Zellen, *c* lacunäre Blutbahnen zwischen denselben. Flächenansicht.

Dem cavernösen Gewebe nahe verwandt sind gewisse Gefässplexus, welche sich auch häufig, wie in den Papillen des Hahnenkamms, zu wirklichen, cavernösen Räumen entwickeln. Von diesen Gefässgeflechten ist insbesondere ein vor der Steissbeinspitze des Menschen gelegenes, durch gewisse Eigenthümlichkeiten

1) Semper Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1856. Eberth Blutgefässe der Wirbellosen.

2) Müller's Archiv 1857. 3) Dessen Lehrbuch. 1857. S. 385. 4) l. c. 5) Artikel Wundheilung in Pitha's und Billroth's Handbuch der Chirurgie. S. 553 u. 555.

des Baues ausgezeichnet, welchen es auch hauptsächlich die von seinem Entdecker Luschka [1] gegebene Bezeichnung »Steissdrüse, Nervendrüse« verdankt.

Dieses Geflecht bildet einen höchstens 2,5 Millim. grossen, runden oder leicht ovalen, prallen Körper von blassrother Farbe und einer glatten, leicht höckrigen Oberfläche. Statt dieses einfachen Körpers finden sich mitunter 3—6 kleinere mohnsamen- oder hirsekorngrosse Klümpchen, welche durch lockeres Zellgewebe vereinigt, feinen Zweigen der Arteria sacralis media aufsitzen.

Nach ihrem Entdecker bestehen diese Gebilde aus einem fibrillären Bindegewebe mit zahlreichen oblongen Kernen, welches abgeschlossene, rundliche Blasen und einfache oder verästelte, leicht varicöse Schläuche enthält, die aus einer zarten, structurlosen Grundmembran mit einem epithelähnlichen Beleg runder oder leicht polygonaler Zellen gebildet werden, deren Stelle bei Neugeborenen ein wirkliches Flimmerepithel einnimmt. Der grosse Reichthum dieser vermeintlichen Drüse an Nerven, insbesondere an sympathischen Fasern und ihre Lage an dem unteren Ende des sympathischen Grenzstrangs schien es zu rechtfertigen gegenüber der Hypophysis — dem cerebralen Pol dieses Nerven — dieselbe als den analen Pol aufzufassen und als Nervendrüse zu bezeichnen.

Luschka's Angaben wurden später, soweit sie das Vorkommen von Drüsenblasen und Schläuchen betreffen, von Krause bestätigt [2].

Arnold [3] dagegen bestritt den drüsigen Bau des fraglichen Organs und bewies, dass die drüsigen Körper von der Arteria sacralis media aus injicirbar sind und dass sie nur ampulläre und spindelförmige Erweiterungen lateraler und terminaler Aeste der genannten Arterie darstellen — wahre Plexus arteriosi coccygei.

Diese Gefässsäcke, die sich als kleine partielle, wahre Aneurysmen schon im Verlauf der Arteria sacralis media finden und in grösserer Zahl die eigentliche Steissdrüse zusammensetzen, bestehen nach Arnold aus einer bindegewebigen Umhüllung, welche eine Lage concentrisch geschichteter und schräger Muskeln bekleidet, auf welche nach innen eine zarte, structurlose, den gefensterten, elastischen Häuten ähnliche Membran folgt. Spindelförmige und polygonale, an ihren Rändern häufig sich deckende Zellen bilden die innerste Lage — den epithelähnlichen Beleg der Drüsenblasen und Schläuche Luschka's. Die bindegewebige Zwischensubstanz dieser ist reich an Muskeln, die nach den verschiedensten Richtungen verlaufen und an der Oberfläche eine vollkommene Schichte bilden.

---

1) Steissbeindrüse oder Nervendrüse des Beckens. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. Bd. XVIII, 106. 1860. Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860. Anatomie des menschlichen Beckens. Tübingen 1864. S. 187.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. X, S. 293. Anatomische Untersuchungen. Hannover 1860. S. 98.

3) Archiv für pathologische Anatomie. XXXII, S. 293. 1865. S. 454. XXXV. 1866. S. 220. XXXIX. 1867.

Später constatirt Arnold analoge Bildungen, theils Gefässsäcke, theils Wundernetze im Verlauf der mittleren Sacralarterie bei dem Hund, der Katze, der Fischotter, dem Eichhörnchen, Kaninchen, Ratte, Pferd, Rind, Schwein.

Durch Krause und Meyer [1] wurden dann Arnold's Beobachtungen in der Hauptsache bestätigt, zugleich das Vorkommen eines mehrschichtigen Epithels im Innern der Gefässsäcke constatirt, die Analogie dieser mit der Carotidendrüse des Frosches hervorgehoben und dieselben als Caudalherzen gedeutet.

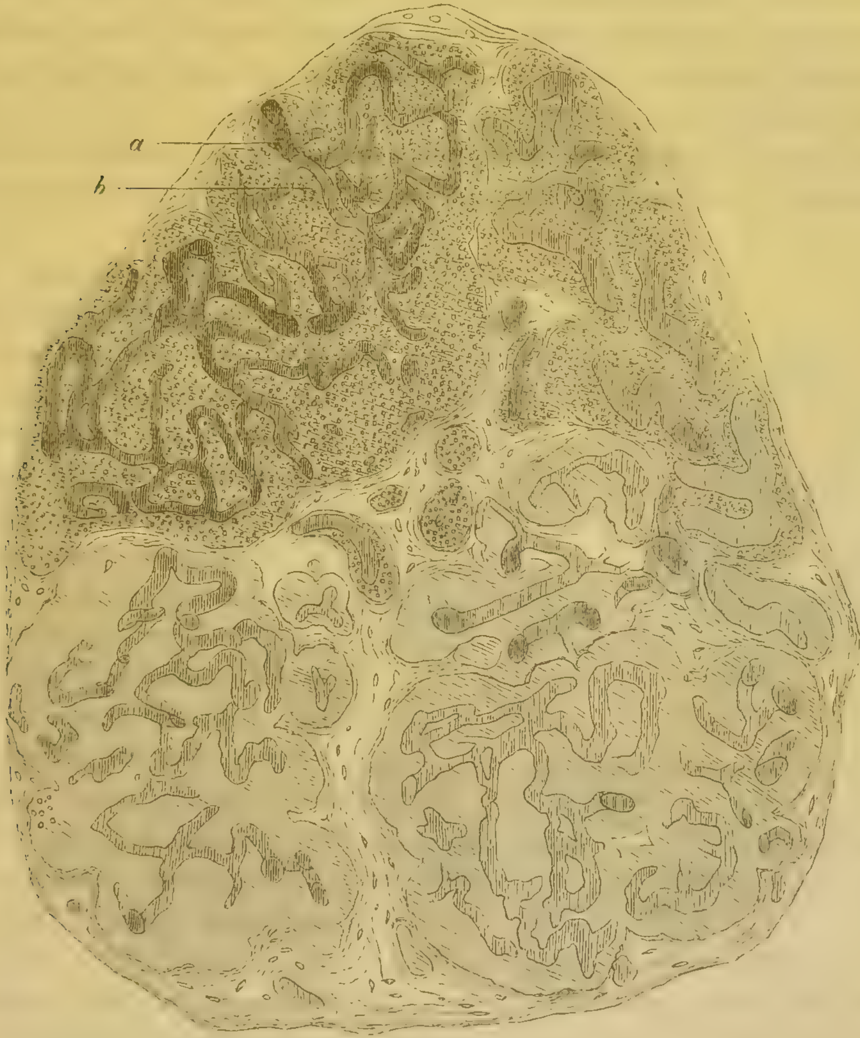


Fig. 55. Durchschnitt einer natürlich injicirten Steissdrüse. *a* Gefässe. *b*. Zellenhaufen.

Neuerdings hat Sertoli [1] den Gegenstand wieder aufgenommen. Seine Resultate sind von denen seiner Vorgänger abweichend. Er findet das Stroma der sogenannten Steissdrüse aus einem derben, fasrigen, von Bündeln glatter Muskeln durchzogenen, kernreichen Bindegewebe gebildet, welches rundliche und längliche Schläuche enthält, in deren aus longitudinal verlaufenden Bindegewebsfasern bestehenden Wand höchstens einzelne Muskelzellen eingebettet

1) Zeitschrift für rationelle Medicin XXVIII.
2) Archiv für pathologische Anatomie. XLIII. S. 380.

sind. Diese Schläuche werden ausgefüllt von polygonalen Zellen, die in mehrfacher Schichtung eine oder mehrere central gelegene Capillaren, oder, was seltener der Fall, auch feine Arterien oder Venen umgeben. Diese Gefässe sind meistens von normalem Kaliber, seltener erweitert und dann wahrscheinlich Artefacta.

Nach eigener Anschauung muss ich die Steissdrüsse als ein Geflecht bald gleichweiter oder leicht dilatirter, bald sackförmig ausgebuchteter Gefässe erklären, welche in einem bindegewebigen Stroma liegen, dessen zahlreiche runde, ovale und spindelförmige Zellen gewiss nur zum kleinsten Theile glatte Muskeln sind. Die Mehrzahl dieser Gefässsäcke finden sich an den Capillaren und Venen, seltener an den Arterien.

Ihre Zahl und Mächtigkeit ist oft so bedeutend, dass wirklich cavernöse Räume entstehen, und die Zwischensubstanz auf ein äusserst zartes Gerüste reducirt wird.



Fig. 56. *A* Zellige Gefässscheide aus dem Plexus coccygeus. *a* Bindegewebe mit zerstreuten Zellen und Kernen, *b* runde und polygonale Zellen unmittelbar auf der Capillarwand *c*. *B* Eine Capillare des Plexus coccygeus mit sehr zellenreicher Gefässscheide. Bezeichnung wie in Fig. *A*.

Um diese Gefässe herum und unmittelbar angrenzend an ihre zarte zellige Innenhaut, die sich in Nichts von jener der gewöhnlichen Capillaren unterscheidet, liegen rundliche und längliche Haufen leicht polygonaler Zellen, die nirgends durch eine besondere structurlose Membran, sondern durch einé längsfasrige Bindegewebslage begrenzt sind. Viele Capillaren sind oft auf eine grössere Strecke von einer einfachen Lage dieser Zellen ringsum eingefasst, welche wieder von einer fasrigen, kernreichen Adventitia bedeckt wird.

Kleine Gruppen jener Zellen liegen auch entfernter von den Gefässen in der Zwischensubstanz. Man wird darum auch die grossen Zellenhaufen nur als reichlichere Anhäufungen der zerstreut vorkommenden, als zellige Gefässscheiden betrachten müssen.

Mit der grösseren Entwicklung der Gefässsäcke nimmt die Mächtigkeit dieser Zellhaufen ab.

Einige Male fand ich in den Zellenhaufen geschichtete, den in der Thymus vorkommenden Körnern ähnliche Bildungen.

An Nerven ist das intervasculäre Gewebe der Steissgeflechte sehr reich. Ganglienzellen, welche Luschka beobachtet haben will, konnte ich so wenig wie Krause und Arnold constatiren.

Ebensowenig ist es mir bis jetzt geglückt, die von Luschka beschriebenen, knopfförmigen, den Pacinischen Körperchen oder Endkolben ähnlichen Nervenenden zu sehen. Sie sollen 0,8 Millim. breit sein und eine membranöse, dicke, fasrige Hülle mit zahlreichen Längskernen besitzen.

Da ein drüsiger Bau in der sogenannten Steissdrüse nicht nachweisbar ist, dieselbe vielmehr aus einem reichen Geflecht bald normaler, bald spindel- oder sackförmig erweiterter, hauptsächlich capillarer Gefässe mit zelliger Scheide besteht, wird dieselbe von nun an als Plexus vasculosus coccygeus zu bezeichnen sein, und den carotischen Gefässflechten der sogenannten Carotisdrüse am oberen Ende der Carotis communis des Menschen und der Säugethiere an die Seite gestellt werden müssen.

Capitel IX.

Das Lymphgefässsystem.

Von

Prof. F. v. Recklinghausen.

In Folge des Druckes, unter welchem das Blut durch das Blutgefässsystem der einzelnen Organe hindurchströmt, werden die Gewebe derselben fortwährend mit seröser Flüssigkeit durchtränkt, welche theils zur Ernährung, theils zur Bereitung der Secrete dient. Diese Gewebsflüssigkeit bedarf der fortwährenden Erneuerung, eines raschen Wechsels, wenn sie nicht im Austausch mit den sehr differenten Gewebselementen, die sie umspült, rasch ihre Zusammensetzung ändern soll. Der neue Uebertritt von Flüssigkeit aus dem Blute in die Gewebe würde aber mit dem Momente, wo der Druck der letzteren dem Blutdruck nahe gekommen ist, aufhören, wäre nicht eine beständige Abfuhr der Gewebsflüssigkeit mittels eines Canalsystems vorhanden, welches von den die Gewebe speisenden Blutgefässen so weit gesondert existirt, dass die in letzteren vorhandenen Drucke sich in das Canalsystem nicht direct, d. h. mit voller Kraft fortpflanzen können. Diese Canäle, die Lymphgefässe, bilden daher ein eigenes System für sich, welches in den Geweben selbst wurzelt, es steht mit den Blutgefässen nur in so weit in Verbindung, als es 1) mittelbar aus denselben die Flüssigkeit bezieht, welche in ihm strömt und 2) dieselbe schliesslich mittels seiner Endröhren wiederum in die Blutgefässe zurückliefert. Der Anfang des lymphatischen Apparats steht mit den Capillargefässen, in welchen die Blutflüssigkeit unter einem hohen Druck steht, das Ende desselben dagegen mit den Hauptstämmen des Venensystems, also derjenigen Theile der Blutbahn, in welchen der Blutdruck das Minimum, fast 0 erreicht, in Verbindung.

Der Unterschied zwischen dieser und jener Druckgrösse bildet eine wesentliche Ursache der Strömung der Lymphe, und je grösser dieser Unterschied, desto schneller ist der Lymphstrom: das Lymphgefässsystem erborgt seinen Inhalt, wie seine Triebkraft zum grössten Theil dem Blutgefässsystem.

und in so fern darf man dasselbe als ein Anhängsel, gleichsam eine Nebenschliessung des Blutgefässapparates betrachten.

Auf die Abhängigkeit des lymphatischen Systems von den Blutgefässen deutet schon der Umstand, dass im Allgemeinen in einem Organ das lymphatische System um so stärker entwickelt ist, je reicher dasselbe an Blutgefässen (Schleimhäute, seröse Häute, äussere Haut, Drüsen); allerdings giebt es aber noch Organe, welche sich durch einen ganz besonderen Reichthum an Lymphgefässen auszeichnen, indem sie in hervorragender Weise der Resorption dienen (Magen- und Darmschleimhaut, Centr. tendin. des Zwerchfells).

Das gesammte lymphatische System können wir in zwei Abschnitte zerfällen, 1) denjenigen Abschnitt, welcher die Flüssigkeit enthält, die unmittelbar, nachdem sie aus den Blutgefässen ausgeschwitzt, die einzelnen Elemente der Organe umspült, die interstitiellen Safträume, und 2) das System der Abzugscanäle, die eigentlichen Lymphgefässe. Diesen zweiten Abschnitt wollen wir hier zunächst betrachten, da seine Structurverhältnisse schon im weitern Maasse bekannt sind.

Die Abzugscanäle oder Lymphgefässe im gewöhnlichen Sinne stimmen in ihrer Form, Anordnung und in dem Bau ihrer Wandungen im Allgemeinen mit den Blutgefässen überein. Sie bilden in den meisten Organen Netzwerke, welche um so dichter sind, je reichlicher die Gewebe mit Blutgefässen durchzogen sind; jedenfalls kommen sie nur gleichzeitig mit Blutgefässen vor und Gewebe, welche der Blutgefässe entbehren, führen auch keine eigentlichen Lymphgefässe (Hornhaut, Glaskörper, Epithelgewebe). Sie bilden im Allgemeinen, wie die Blutgefässe, cylindrische Röhren, nur an gewissen, später zu besprechenden Stellen sind sie spaltenförmig gestaltet und stellen dann nicht selten Scheiden dar, welche andere Gebilde umgeben. Man kann von den Lymphgefässen die kleinsten Bezirke und Zweige, die Lymphcapillaren, welche sich zwischen das System der Blutcapillaren einschieben, und die grösseren Lymphgefässe, welche aus den Organen hervortreten und schliesslich zu den Hauptsammelcanälen zusammenfliessen, unterscheiden.

Diese grossen Lymphgefässe stellen bei den Säugethieren und Vögeln durchweg Röhren dar, deren Wandungen in ihrem Bau mit denen der Blutgefässe übereinstimmen; man kann in ihnen eine an elastischen Fasern sehr reiche, mit einem einschichtigen Plattenepithel besetzte Intima, eine fast nur aus muskulären Elementen bestehende Media und eine aus gewöhnlichem lockerem Bindegewebe gebildete Adventitia unterscheiden; die Media erreicht nicht die Mächtigkeit wie in den Arterien, stimmt aber darin überein, dass ihre Muskelfasern quer verlaufen. Im Ganzen sind aber die Lymphgefässe nicht so dickwandig wie die Arterien, schliessen sich hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der Wanddicke und dem Durchmesser des Lumen vielmehr den Venen an. — Die Form der Lymphröhren der Vögel und Säugethiere wird eine eigenthümliche, von der der Blutgefässe etwas abweichende dadurch, dass so zahlreiche Klappen, ähnlich den Venenklappen, in ihnen vorhanden sind.

Unmittelbar über jeder Klappe ist das Gefäss jedesmal etwas weiter als unmittelbar unterhalb, nicht selten bildet auch jene Stelle eine abgegränzte Ausbuchtung. In Folge dieser Einrichtung ist die exact cylindrische Form an den Lymphgefässen nur auf kleinen Strecken vorhanden, welche klappenfrei sind, an den klappenreichen Stellen wird die Gestalt eine variköse oder rosenkranzförmige. Die Klappen bestehen ebenso wie die Venenklappen nur aus Duplicaturen der Intima.

Wesentlich anders ist die Anordnung und der Bau der grossen Lymphcanäle bei den Amphibien. Hier bilden sie auch nicht annähernd cylindrische Röhren, sondern Spalten, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Organen einnehmen. Werden sie durch Lymphstauung oder durch künstliche Injection stärker als normal gefüllt, so schwellen sie zu grossen Säcken an, welchen eine bestimmte regelmässige Form schon deswegen nicht zukommt, weil sie nur interstitielle Lücken darstellen. Eine selbständige, dickere Wandung, welche als solche von den umgebenden Theilen zu trennen wäre, kommt ihnen im Allgemeinen nicht zu, die Fascien und die an der Oberfläche der Organe gelegenen Verdichtungen des Bindegewebsgerüstes sind es, welche sie der Hauptsache nach begränzen, indem ihre dem Binnenraum zugekehrte Oberfläche mit einem einschichtigen Plattenepithel bekleidet ist. Nur die rein bindegewebigen Scheidewände, welche die einzelnen Lymphräume von einander trennen, können als ihnen zugehörig betrachtet werden. Die Lymphsäcke bilden hiernach Höhlen ganz ähnlich der Peritoneal- und Brusthöhle. Jedoch existirt ein Unterschied; die Lymphsäcke communiciren mit einander mittels mikroskopischer Oeffnungen in ihren Scheidewänden, und bilden somit ein zusammenhängendes Höhlensystem. Da die Lymphsäcke selbstständiger Wandungen fast ganz entbehren, so fehlen ihnen auch musculöse Elemente, welche im Stande wären, zur Beförderung des Lymphstromes zu dienen. Dafür treten aber an gewissen Stellen des Lymphsystems der Amphibien besondere contractile Organe in rythmische Thätigkeit, die von J. Müller entdeckten Lymphherzen, von denen die hinteren, neben dem Kreuzbein gelegenen die Lymphe in die vena ischiadica, die vorderen in einen Ast der vena jugularis einpumpen; sie bestehen hauptsächlich aus quergestreiften, kurzen Muskelplatten.

Diese Eigenthümlichkeiten in dem Bau und der Anordnung der grossen Lymphgefässe der Amphibien gegenüber denen der übrigen Wirbelthiere sind von grossem Interesse. Sie weisen zunächst darauf hin, dass dem Lymphsystem eine grosse Variabilität zukommt, jedenfalls eine viel grössere als dem Blutgefässsystem. In der That, dieses Schwankende in der Anordnung tritt uns nicht nur in den differenten Thierklassen, sondern in einer und derselben Thiergattung, nicht nur in den grösseren Hauptstämmen, sondern auch in den kleineren lymphatischen Gebieten immer wieder entgegen. Die Zahl und Grösse der Hauptstämme eines Organs, einer Extremität des Menschen z. B. ist eben so wenig constant wie die Art ihrer Vertheilung; selbst in einem und

demselben Organ fallen die Injectionspräparate nicht selten ganz verschieden aus, sehr deutlich zeigen aber die Injectionen desselben Organs nahestehender Thiergattungen so grosse Differenzen, dass man nur im Allgemeinen den lymphatischen Anordnungen der einzelnen Localitäten einen bestimmten Charakter zuschreiben kann[1]. So bestimmte Typen, wie sie den arteriellen und capillaren Blutgefässsystemen in den einzelnen Organen zukommen, lassen sich an den Lymphgefässen nur in unvollständiger Weise demonstriren, nur der Gesammtgehalt der einzelnen Organe an Lymphcanälen hat etwas Charakteristisches. Dieses Schwanken in der Anordnung des lymphatischen Systems spricht sich auch noch in manchen Eigenthümlichkeiten, welche sich an gewissen Stellen der kleineren Lymphbahnen vorfinden, aus; so sehen wir an Stellen, wo die Lymphgefässe ausserordentlich dicht liegen, auch bei Säugethieren nicht selten wirkliche Spalten, als ob ein Zusammenfluss dieser der Fläche nach angeordneten weiten Lymphbahnen stattgefunden hätte; wir treffen statt paariger Lymphröhren, welche die Blutgefässe begleiten, nicht selten förmliche Scheiden, welche diese Blutgefässe ganz oder zum grössten Theil umgeben (so z. B. an den Chylusgefässen im Mesenterium der Maus, Brücke); man hat in diesem Falle auch bei Säugethieren dasselbe Verhältniss wie an den Lymphsäcken der Amphibien.

Noch ein anderer Umstand wird verständlich, wenn wir berücksichtigen, dass gewisse Abschnitte des Lymphsystems der Amphibien nicht die Gestalt von Röhren besitzen, sondern scheidenartige, spaltenförmige Hohlräume darstellen. Sie sind nämlich, wie wir oben sahen, in dieser Hinsicht den serösen Säcken analog, und um so wichtiger ist es, dass letztere mit dem Lymphsystem in der unmittelbarsten Beziehung, in offener Communication stehen und einen ganz übereinstimmenden Inhalt führen (s. u.).

Endlich kehrt dieselbe Gestaltverschiedenheit auch in den kleinsten Lymphgefässbezirken, den Lymphcapillaren, wieder. Selbst bei Säugethieren treffen wir in gewissen Organen Spalten, welche die Wurzeln der Abzugsröhren darstellen, in den allermeisten Organen auch bei den Amphibien sind die Lymphcapillaren aber Röhren. Die Spalten richten sich in ihrer Form nach den Gewebstheilen, Drüsenkanälen etc., welche sie scheidenartig umgeben, die capillaren Röhren sind bis zu den feinsten Zweigen noch mit varicösen Buchten versehen, diese Ausbuchtungen liegen sehr häufig in den Knotenpunkten der Netze, und setzen meist so plötzlich an, dass quer verlaufende Vorsprünge in das Lumen des Gefässes hineinragen, welche wiederum so gerichtet sind, dass sie gewissermassen Klappen bilden. Oft treten diese Ausbuchtungen sehr rasch hinter einander auf, namentlich die aus den Capillarbezirken abführenden Lymphröhren, und diese machen dann den Eindruck wie eine Röhre, welche aus einer Reihe von bauchigen Flaschen, von denen jede mit ihrem Halse in den Boden der nächstfolgenden eingeschoben ist, sich

[1] Vgl. die Zeichnungen in L. Teichmann's Saugadersystem. Leipzig 1861.

zusammensetzt (s. Fig. 57). An der Stellung jener Vorsprünge kann man leicht erkennen, welche Richtung der Lymphstrom in dem betreffenden Gefäss genommen hat, indem sie so angeordnet sind, dass sie eben so wie die Klappen in den grossen Lymphgefässen einer rückläufigen Strömung sich entgegenstemmen.

Von besonderem Interesse ist die Anordnung der capillaren Lymphgefässe in Beziehung zu den Blutgefässen. Die grösseren Lymphröhren verlaufen bald unmittelbar neben den Arterien und Venen, bald ziehen sie isolirt dahin; in dieser Beziehung existirt nichts Constantes. Für die kleineren und die capillaren Lymphröhren lässt sich dagegen die Regel aufstellen, dass sie von den Blut-haarröhren möglichst weit entfernt verlaufen. Am leichtesten lässt sich dieses Verhältniss in den membranös ausgebreiteten Organen feststellen, in welchen Blut- und Lymphcapillarnetze in einer Fläche ausgebreitet sind; hier liegen die Knotenpuncte des Lymphnetzes fast immer in den Mittelpuncten der Maschen des Blutcapillarnetzes und umgekehrt. Es bietet diese Anordnung offenbar die zweckmässigste Art der Drainage. Alle Flüssigkeit, welche aus den Blutcapillaren ausschwitzt, muss zuerst das Gewebe passiren, um in die Lymphcapillaren zu gelangen; so lange jene Transsudation dauert, findet eine fortwährende Durchspülung des gesammten Organgewebes statt. Lägen dagegen die lymphatischen Abzugsröhren unmittelbar neben den Blutcapillaren, wäre nicht das gesammte Gewebe zwischen die Lymph- und Blutröhren eingeschoben, so würde in den abseits gelegenen Gewebstheilen die Flüssigkeit leicht stagniren und nicht beständig gewechselt werden. — Noch ein anderes Verhältniss ist unter diesen Gesichtspunkt zu bringen. In den Membranen, welche eine freie Oberfläche haben, an der sie mit einem Epithel bedeckt sind, in den Schleimhäuten, den serösen Häute, der äusseren Haut, finden wir ganz constant die Lymphcapillaren tiefer gelegen, als das Blutcapillarnetz. Während Letzteres ganz dicht bis unter das Epithel emporsteigt, dringen die Lymphcapillaren nicht bis in das oberste bindegewebige Stratum ein. Man erkennt dieses Verhältniss am leichtesten in der Schwimmhaut des Frosches, einer Duplicatur der äusseren Haut, in welcher die Lymphgefässe fast nur in die mittlere bindegewebige Schicht eingebettet sind, während jede der beiden dünnen Hautplatten selbst das Blutcapillarnetz führt. Dasselbe zeigen sehr frappant die Zotten des Dünndarms; das eigentliche Zottengewebe ist nur in seinen peripherischen Schichten mit einem dichten Blutcapillarnetz durchwoben, enthält dagegen ganz im Innern nahe der Axe meist nur ein einfaches (Kaninchen, Rind, Hammel, Mensch) Chylusgefäss, bisweilen aber auch mehrfache anastomosirende Lymphcapillaren (Hund, Hammel, Rind). Wenn aus den Lymphgefässinjectionen, welche Teichmann in einer an Elephantiasis erkrankten Haut gemacht hat (s. Untersuch. Taf. VI Fig. 4), ein Schluss auf die normalen Lymphcapillaren gemacht werden darf, so liegen auch in den Cutispapillen die Lymphcapillaren genau central, während die Blutcapillaren die peripherischen Schichten durchziehen. Auf den ersten Blick muss es auffällig

erscheinen, dass die Lymphcapillaren auch in solchen Organen, welche zur Resorption bestimmt sind, eine so tiefe Lage haben, wie z. B. die Chylusgefässe im Zottenparenchym; dieses Verhältniss deutet wohl darauf hin, dass die Hauptrolle bei der Darmresorption dem Zottengewebe selbst zufällt, dass auch hier die centralen Chylusgefässe nur Abzugsröhren darstellen. Die Function, welche der Wurzel der Pflanze zufällt, ist wahrscheinlich dem Zottenepithel und Zottenparenchym zugewiesen, die Chylusgefässe stehen dagegen den Gefässen und Fibrovasalsträngen der Pflanze analog; käme ihnen direct die Fähigkeit aufzusaugen zu, so wären sie jedenfalls hierzu geschickter, wenn sie möglichst oberflächlich lagerten.

Nachdem wir die Form und Anordnung der Lymphcapillaren kennen gelernt haben, wenden wir uns jetzt zu der Frage nach ihrem Bau, einer Frage, welche in neuerer Zeit ganz besonders studirt wurde und eine verschiedene Beantwortung gefunden hat. Sind sie mit einer besondern Wand versehen, wie die Blutcapillaren, oder entbehren sie derselben und stellen sie somit nur Ausgrabungen, Lücken der einbettenden Gewebe dar? Die Chylusgefässe der Zotten waren es vorzugsweise, für welche die Entscheidung dieser Frage von grossem Interesse war. Der Chylus, welcher bei fettreicher Nahrung gebildet wird, verdankt seine weisse Farbe seinem Gehalt an zahllosen, allerdings äusserst feinen Kügelchen, welche wahrscheinlich aus Fett bestehen; dieselben Fettkügelchen trifft man zur Zeit der Resorption in dem Zottenparenchym, so wie in den Epithelzellen. Sie dringen also höchst wahrscheinlich als ungelöste Tröpfchen durch die Epithelschicht in das Zottengewebe und dann weiter in die centrale Chyluscapillare. Es müssen daher die Bahnen, welche in der Peripherie der Zotten von diesen Kügelchen passirt werden, in den centralen Chylusraum offen übergehen, und so schien die Annahme am einfachsten, dass eine besondere trennende Wandschicht überhaupt nicht vorhanden ist (Brücke). Auf der anderen Seite erkannte man allerdings bei der mikroskopischen Untersuchung einen doppelten, nicht nur einen einfachen Contur an dem centralen Chylusraum und den feinsten Lymphcapillaren im Schwanz der Froschlarve und schloss daraus auf die Anwesenheit einer homogenen Membran (Kölliker); man sah an Injectionspräparaten die eingeführte Masse die Lymph- und Chyluscapillaren prall erfüllen, ohne dass ein Uebertritt derselben in das umgebende Gewebe stattgefunden hatte und glaubte sich um so mehr berechtigt zu der Behauptung, dass sie durch eine schützende Wand vollkommen in derselben Weise geschlossen wären, wie die Blutcapillaren (Teichmann, Frey). In der That lässt sich nun eine besondere Wandschicht, an den Chylus- und Lymphcapillaren, am leichtesten mittels der Methode der Versilberung, nachweisen (Recklinghausen). Injicirt man eine Silberlösung in die Lymphgefässe bis zu den Capillarbezirken, oder imprägnirt man die Gewebe mit derselben, so erscheinen in den Lymphcapillaren feine schwarze Linien (s. Fig. 57), welche meistens stark geschlängelt erscheinen, sie schliessen polygonale, nicht selten rhombische Felder ein und sind in allen Eigenthümlichkeiten mit den Silber-

linien der verschiedensten Epithelgewebe identisch. Schon in den aus den Lymphcapillaren hervortretenden, etwas grösseren Zweigen werden die Netze der Silberlinien gestreckt, die eingeschlossenen Felder spindelförmig und stimmen alsdann mit den Silberzeichnungen an der Innenfläche der grossen Lymph- und Blutgefässe überein. Da letztere, wie sich leicht nachweisen lässt, mit Sicherheit von dem einschichtigen Plattenepithel, welches die Intima bekleidet, herrühren, da sie ferner in die Zeichnungen der Lymphcapillaren continuirlich übergehen, so folgt auch für letztere, dass sie eine Epithelschicht

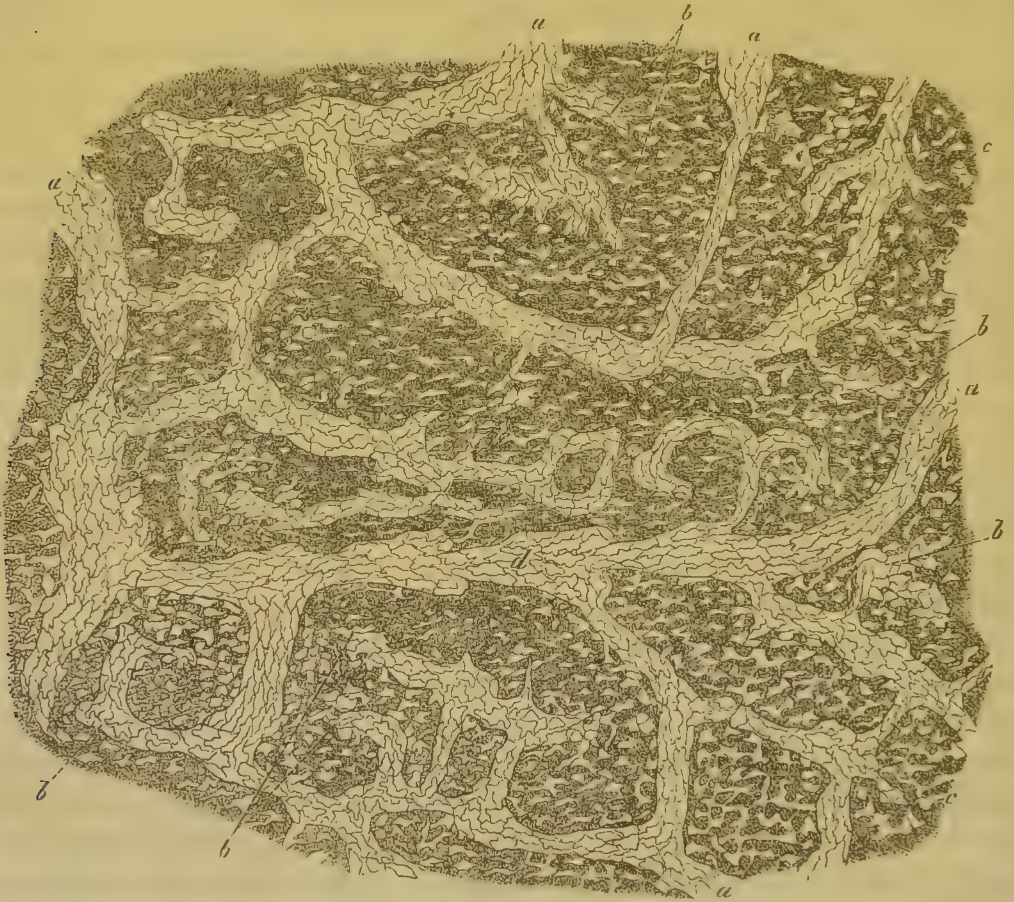


Fig. 57. Centrum tendin. des Kaninchen von der Thoraxseite mit Silber behandelt. *a* Lymphcapillaren mit den Conturen der Epithelzellen, *b* erste Anfänge derselben, *c* Bindegewebe mit Saftcanälen, *d* flaschenförmige Auftreibungen. Vergr. 60.

tragen. In der That gelingt es nicht selten durch eine nachträgliche Carminbehandlung in jedem einzelnen Feld auch der Lymphcapillaren einen ovalen Kern deutlich zu machen. Ferner kann man aber auch, wenn man wenige Stunden nach dem Tode die Darmzotten abreisst, bisweilen solche antreffen, aus welchen eine aus Epithelplatten bestehende, central verlaufende weite Röhre hervorhängt.

Es kann hiernach keinem Zweifel mehr unterliegen, dass auch die L y m p h c a p i l l a r e n wenigstens in den bis jetzt auf diesen Punct hin unter-

suchten Organen (serösen Membranen, Darmwandungen, Zwerchfell, sowohl musculösem, wie tendinösem Theil, der Nickhaut des Frosches) mit einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet sind. Insofern besitzen sie also eine besondere Membran, allerdings aber nicht eine homogene, structurlose, wie man früher ohne Weiteres behauptete, auch nicht eine geschlossene, wie wir weiter unten sehen werden.

Ich selbst glaubte früher, nachdem mir der Nachweis des Epithels in den Lymphcapillaren gelungen war, hierdurch einen wesentlichen Unterschied von den Blutcapillaren, deren Wand man bis dahin als homogen bezeichnete, gefunden zu haben. Als später von anderer Seite mittels der Versilberung gezeigt wurde, dass auch die Blutcapillarwand wenigstens gewisser Organe aus epithelartigen Zellen besteht, musste diese Unterscheidung fallen.

Die Lymphcapillaren sind hiernach in der That den Blutcapillaren analog gebaut (s. das Capitel über die Blutgefässe). Man hatte diese Analogie deswegen bestritten, weil man die Blutcapillarröhren auf lange Strecken aus gewissen Organen, dem Gehirn z. B., mit Leichtigkeit isoliren kann, während eine solche isolirte Darstellung der Lymphcapillarwand nur schwierig gelingt. Noch in neuerer Zeit hat Frey geschlossen (Handbuch S. 427), dass, »während bei den Blutcapillaren diese Wandung gegenüber dem angrenzenden Gewebe ihre Selbsständigkeit behauptet, sie in den Lymphgefässen mit jenen verschmilzt.« Ich glaube, dass man sich hüten muss, anzunehmen, dass die Blutcapillaren in allen Organen so isolirbare, also selbstständige Röhren bilden, wie im Gehirn; in manchen Drüsen, der Leber z. B., um von der Milz nicht zu sprechen, ist eine Isolirbarkeit der Blutcapillarwand ebenfalls nicht vorhanden.

Nachdem nun die Frage: besitzen die Lymphcapillaren eine besondere Wandung oder nicht? eine Beantwortung im positiven Sinne gefunden, konnte es scheinen, als ob sich hiermit die oben erwähnten Erscheinungen bei der Chylusresorption nicht vereinigen lassen; sie verlangen ja, dass das Lumen der Chyluscapillaren gegenüber dem Schleimhautgewebe nicht geschlossen sei. Hierzu wird es aber auch schon genügen, wenn die Wand nicht überall aus fester Substanz besteht, wenn sie Oeffnungen enthält. Bis in die neueste Zeit hat man allerdings gewöhnlich ohne Weiteres angenommen, dass die Epithelschichten mit Ausnahme des Drüsenepithelium zum Schutz der unterliegenden Gewebe dienten und daher durch die innige Verbindung der zusammensetzenden Zellen mit einander zu einem festen, geschlossenen, nur für Lösungen durchgängigen Gewebe gebildet wären. Seitdem man die Endapparate der Sinnesnerven in den Epithelialstrata, seitdem man in neuester Zeit becherförmige Organe, welche als solche zum Schutze gewiss wenig geeignet sind, aufgefunden hat, ist das Epithelgewebe allmählig in der Achtung der Histologen mehr gestiegen, und es hat gegenwärtig nichts Befremdendes mehr, wenn man gerade in den Epithelgeweben nach ganz besonderen Einrichtungen forscht. Gewiss müssen wir daher a priori schon einräumen, dass möglicherweise auch die Epithelauskleidung der Chylus- und Lymphcapillaren gegenüber dem der übrigen Lymphgefässe noch ganz besondere Eigenthümlichkeiten besitzt, welche zu der Aufnahme von Substanzen aus dem umgebenden

Gewebe in Beziehung stehen und mindestens zu Zeiten den Durchtritt erleichtern. Jedenfalls sind aber schon jetzt an gewissen Lymphgefässen Oeffnungen erkannt, durch welche kleine Körper auch während des Lebens in das Lumen aufgenommen werden. Sie wurden zuerst am Centrum tendin. des Zwerchfells nachgewiesen (Recklinghausen). Spritzt man Säugethieren Milch, Blut oder Flüssigkeiten, welche unlösliche (daher nicht Carmin) Farbstoffkörnchen suspendirt enthalten, in die Bauchhöhle, so bekommt man eine schöne Füllung der Lymphgefässnetze des Centr. tend. Drückt man von der Thoraxseite her einen Korkring gegen das Centrum tend., befestigt ein Stück des letzteren auf ihm mit Nadeln und excidirt dasselbe, so erhält man die Oberflächen desselben in vollständig unverletztem Zustand; bringt man jetzt einen Tropfen Milch auf dasselbe, so kann man unter dem Mikroskop die Aufnahme der Milchkügelchen in die Lymphgefässe direct beobachten; die Milchkügelchen laufen nach bestimmten Puncten zusammen, hier entstehen Strudel, indem sie in die unter der Oberfläche gelegenen Lymphgefässe eintauchen. Die Oeffnungen, durch welche das Eintauchen geschieht, haben nur für 2—3 Milchkügelchen Platz, sind rundlich, bisweilen kreisrund und stellen, wie die nachträgliche Silberbehandlung ergiebt, Lücken zwischen den Epithelzellen dar. Sie führen meist senkrecht in die Lymphgefässe, indem sie unmittelbar über ihnen liegen, häufig sind sie aber auch jenseits des Lymphgefässrandes angebracht, bisweilen sogar um den halben Querdurchmesser eines Lymphgefässes entfernt, so dass dann ein Kanal in schiefer Richtung zu dem Lymphgefäss führt. Ueber die Grösse einer Epithelzelle gehen diese Oeffnungen (Stomata) nie hinaus. Das reiche Lymphgefässnetz des Centr. tendin. mit diesen weiten Stomata dient offenbar zur Aufnahme der Bauchhöhlenflüssigkeit, in welcher, der Lymphe analog, contractile Zellen vorhanden, die ihrer Grösse nach noch im Stande sind, jene Stomata zu passiren. Beim Frosch, der des Zwerchfells entbehrt, liegen, wie Schweigger-Seydel und Dogiel fanden, ähnliche Oeffnungen in den der Bauchhöhle zugekehrten Wandungen der Cisterna lymphat. magna. Dybkowsky konnte ferner beim Hunde mittels Resorption von gefärbten Flüssigkeiten aus der Pleurahöhle die Lymphgefässnetze der Pleura füllen und fand an Injectionspräparaten Oeffnungen zwischen den Epithelzellen. Nach diesen Erfahrungen lässt sich schon jetzt erwarten, dass auch im Pericardium und wohl auch in den Hirnhäuten ähnliche Einrichtungen aufzufinden sind, und dass somit alle serösen Höhlen eine sehr innige Beziehung zu dem Lymphgefässsystem haben.

Man hat nun weiter in manchen Epithelschichten auch an Stellen, wo gerade nicht Lymphgefässe der Oberfläche nahe treten, mittels der Silberbehandlung scharf gezeichnete Lücken zwischen den Epithelzellen deutlich gemacht und dieselben jenen notorischen Stomata angereiht. Oedmansson hat dieselben zuerst an dem serösen Epithel beschrieben, His auf die Anwesenheit derselben in dem Epithelstratum der Chylusgefässe und der Peyer'schen Follikel aufmerksam gemacht, Ludwig, Schweigger-Seydel und Dybkowsky das

Vorkommen derselben an der Pleura und dem Peritoneum bestätigt und insbesondere nachgewiesen, dass dieselben auch in dem kleinzelligen Epithel, welches auf der Peritonealfläche des Centr. tend. gerade über dem Verlauf der Lymphgefässe lagert, reichlich auftreten. Sie sind von den übrigen Stomata dadurch unterschieden, dass sie viel kleiner sind, nur die grössten von ihnen erreichen den Durchmesser eines rothen Blutkörperchens, man trifft sie ganz vorzüglich in den Puncten, wo mehrere Epithelzellen zusammenstossen. Ich kenne diese Lücken schon seit der ersten Zeit, als ich mit Silber zu arbeiten anfing, habe dieselben aber seitdem in so wechselvollen Verhältnissen angetroffen, dass ich bis heute über sie noch nicht im Klaren bin. Bei recht frisch und mit möglichster Schonung (in situ) hergestellten Silberpräparaten trifft man auf weiten Strecken oft gar keine, dann sind sie wieder zahlreich vorhanden, ohne dass der Behandlung ein Vorwurf gemacht werden könnte; aber läugnen lässt sich allerdings nicht, dass sie schon einige Stunden nach dem Tode oder in Folge mechanischer Zerrung und sonstiger unzweckmässiger Behandlung der Präparate immer zahlreicher hervortreten, offenbar weil die Epithelien gelockert worden sind. Das Wechselvolle ihres Erscheinens an ganz frischen Präparaten könnte sich daraus erklären, dass sie passagere Gebilde sind, dass sie zu gewissen Zeiten, bei gewissen Schwellungszuständen der Unterlage des Epithels sich öffnen, bei anderen sich wiederum schliessen. Jedenfalls ist aber der strenge Beweis, dass sie Oeffnungen darstellen, noch nicht beigebracht; noch Niemand hat gezeigt, dass feste Partikelchen durch sie hindurchpassiren können.

Ganz in derselben Weise muss ich mich auch über dieselben Zeichnungen aussprechen, welche in den Lymphgefässen versilberter Präparate oft in ganz zierlicher und regelmässiger Weise, meist in den Knotenpuncten der Epithelconturen, hervortreten, bald fehlen, bald grade an den gelungensten Präparaten erscheinen. Ich habe versucht, dieselben constant zu erhalten, und gemäss der obigen Argumentation gehofft, dieses zu erreichen, indem ich das Centr. tendin. mehrere Stunden in verdünntem Pericardialtranssudate liegen liess und sein Gewebe dadurch möglichst reich an indifferenter Flüssigkeit machte — indess ohne die Lücken in dem Lymphgefässepithel so regelmässig und so constant machen zu können, wie es mir nach den obigen und den später folgenden Auseinandersetzungen dringend wünschenswerth war. Die gegenwärtige Sachlage ist also dahin zu bezeichnen, dass Stomata in gewissen Lymphgefässcapillaren mit voller Sicherheit nachgewiesen sind, dass Oeffnungen, mindestens zeitweilig auch an anderen Lymphcapillaren (besonders in resorbirenden Membranen) sicherlich existiren müssen, dass aber bisjetzt noch nicht zu entscheiden ist, ob die von Oedmansson, His u. A. beschriebenen Lücken derartige Stomata darstellen.

Wir kommen jetst zu der Hauptfrage, der Frage nach der Beziehung der Lymphgefässe zu dem umgebenden Gewebe. Giebt es in letzterem bestimmte Bahnen, auf welchen das aus dem Blut Transsudirte in die

Anfänge der Lymphcapillaren übergeleitet wird, oder verhält sich in dieser Beziehung das einbettende Gewebe etwa gleich der Descemet'schen Membran, in welcher Canäle und Poren so gross, dass sie mit unseren heutigen mikroskopischen Hilfsmitteln sichtbar gemacht werden könnten, nicht existiren? Berücksichtigte man die erwähnten Erscheinungen bei der Fettresorption, so erschien es als ein unbedingtes Postulat, dass nicht nur Oeffnungen in der Lymphcapillarwand, sondern auch Gänge in der umgebenden Substanz des Zottenparenchyms existiren, an den sonstigen Lymphgefässwurzeln schien ihre Existenz weniger unumgänglich, da ihr Inhalt (abgesehen von den Lymphkörperchen, welche erst in der Lymphbahn gebildet sein konnten), gewöhnlich keine ungelösten Partikelchen und Tröpfchen führt. Im Zottenparenchym hatte man ferner bisweilen eine netzförmige Anordnung der Chylusmassen wahrgenommen, welche dicht bis unter das Epithel gingen und so lag die Möglichkeit vor, dass gerade in ihnen specielle Einrichtungen existirten, durch welche die Chylusgefässe mit dem Darmlumen in eine directe Verbindung gesetzt würden. Noch in neuester Zeit ist ja von Letzerich behauptet worden, dass ein besonderes mit den becherförmigen Organen im Epithel beginnendes Canalsystem den Chylus in das centrale Zottengefäss überführt; wenn diese Behauptung richtig wäre, so würde es sich wohl um Canäle handeln, analog den oben geschilderten, welche von der Bauchhöhle in die Lymphgefässe des Centrum tendin. führen.

Bis jetzt dauert indess die lebhafte Discussion darüber fort, ob die Lymphgefässe geschlossen sind, oder mit Räumen des Gewebes zusammenhängen, resp. sich aus denselben heraus entwickeln. Die erstere Ansicht hat eine schärfere Formulirung erhalten, seitdem Virchow und Donders die Lehre von den sternförmigen Bindegewebskörperchen aufstellten; da die letzteren in Folge der Verschmelzung ihrer Membranen ein zusammenhängendes Röhrensystem darstellen sollten, ein plasmatisches Gefässsystem, oder, wie Köllicker es nannte, ein Saftröhrensystem, so lag es nahe, und wurde in präciser Weise durch Leydig ausgesprochen, dass dieses Röhrensystem sich einerseits an den Blutcapillaren, andererseits an den Lymphcapillaren inserirte, den unmittelbaren Uebergang zwischen beiden herstellte. Man stützte sich bei dieser Behauptung namentlich auf Beobachtungen im Schwanze der Froschlarven, hier hatte Köllicker mit zackigen Conturen auslaufende lymphatische Gefässe aufgefunden, welche mit sternförmigen, zackigen Bildungen (Bindegewebskörperchen zusammenhängen. Indem man allen derartigen sternförmigen und zackigen Elementen eine Membran vindicirte, nannte man dies plasmatische System zusammen mit dem Lymphsystem selbst ein geschlossenes. Die Physiologen dagegen und ihnen voran Brücke und Ludwig hielten die Ansicht aufrecht, dass sich die Lymphgefässwurzeln, selbst membranlos, einfach aus den Lücken der Gewebe, aus den sogen. interstitiellen Gewebsräumen entwickeln. Schon Fohmann und vor ihm Mascagni hatten durch Injectionen der Lymphgefässe mit Quecksilber bei Anwendung eines hinreichenden Druckes oft eine so pralle

Füllung der Organe erhalten, dass sie zum Schlusse kamen, es wäre das Gewebe nichts weiter, als ein dichtes Geflecht von Lymphgefässen der Art, dass die festen Gewebstheile nur schmale Balken und Scheidewände zwischen diesen Lymphräumen herstellten. BRÜCKE stützte sich besonders auf die bekannte Erfahrung, »dass bei Injectionen der Blutgefässe, wenn sie kurz nach dem Tode, also so lange die die Gewebe durchtränkende Flüssigkeit, die Lymphe und das Blut, noch nicht geronnen waren, gemacht wurden, nicht selten theils die ganze Injectionsmasse, theils der flüssige Theil derselben durch die Lymphgefässe zurückkehrte; so dass diese vollständiger angefüllt wurden, als es sonst durch viel Fleiss und Mühe geschehen konnte.« LUDWIG und TOMSA haben alsdann bei ihren Injectionen die leimhaltige Füllungsmasse bis in die äussersten Lymphbahnen des Hodens des Menschen und Hundes getrieben: die Masse füllte nahezu den ganzen zwischen den Hodenkanälchen gelegenen Raum aus, folgte den letztern überall und lag also in Räumen, welche fast continuirliche, spaltenförmige Scheiden um die Drüsengänge bildeten; die benachbarten Spalten waren von einander durch ganz schmale bindegewebige Wände getrennt, in welche die Blutgefässe verliefen; im Kleinen war also das Verhältniss dasselbe wie an den Lymphsäcken der Amphibien. Allerdings lag die Vermuthung nahe, dass derartige Bilder durch Zerreissung, durch sogen. Extravasation entstanden waren und in der That ist dieser Einwand auch von den Gegnern der BRÜCKE-LUDWIG'schen Ansicht gemacht, ja von LANGER ist sogar gezeigt worden, dass im Hoden des Frosches die Lymphgefässe nicht derartige Einscheidungen bilden, sondern dieselben aus Röhren bestehenden Netze, wie überall sonst die capillaren Lymphgebiete. Dennoch kann nicht bezweifelt werden, dass in den Hoden vieler Säugethiere die Lymphröhren schliesslich häufig in Lymphspalten übergehen. LUDWIG und TOMSA haben ferner versucht, auch in andern Organen (Zunge, Nieren) solche interstitielle Lacunen und ihren Zusammenhang mit den Lymphgefässen nachzuweisen. — Aus dieser Darlegung der beiden einander gegenüberstehenden Ansichten ergiebt sich, dass sie noch in einem Punct von einander abweichen, welcher besonders hervorgehoben zu werden verdient. Die anastomosirenden Bindegewebskörperchen sollen ein Netz bilden, dessen Knotenpuncte den Stamm jedes Körperchens darstellen würde, die Balken des Netzes wären Hohlcylinder; ihre Form wäre also im Ganzen dieselbe wie die der Lymphgefässe selbst. Dagegen würden die interstitiellen Gewebsräume in ihrer Form von der Gestalt der Gewebselemente (Drüsencanäle, Fasern etc.) abhängen, zwischen welchen sie lagern, sie würden in der Form und Grösse variiren, im Allgemeinen aber, da bei weitem die meisten Gewebe aus cylindrischen oder kugeligen, also an ihrer Oberfläche convexen Elementen bestehen, Spalten (d. h. Räume, deren Querschnitt nicht kreisförmig wie bei einer Röhre, sondern lang gestreckt ist, einen sehr kleinen und einen andern relativ grossen Durchmesser besitzt) darstellen. Gerade auf diese Spaltenform ist von LUDWIG ein besonderes Gewicht gelegt worden. Bei dem Uebergang derselben in die

eigentlichen Lymphröhren würde hiernach die Lymphbahn plötzlich eine rasche Gestaltveränderung erfahren.

Diesen beiden Ansichten gegenüber habe ich alsdann eine dritte aufgestellt, welche mit allen Thatsachen in Einklang zu bringen ist. Sie läuft im Wesentlichen darauf hinaus, dass die Bindegewebsmassen, mögen sie allein ein Organ aufbauen, oder interstitiell zwischen den specifischen Gewebselementen eingeschoben sein, von feinen Canälen, den Saftcanälchen, durchzogen sind, welche in offener Communication mit den Lymphgefässen stehn. Diese Canäle bilden in vielen Organen Netze, so dass Bruchstücke von ihnen sternförmig verzweigt ganz ähnlich den Bindegewebskörperchen erscheinen; die Bindegewebskörperchen sind aber nicht, wie Virchow, Kölliker und Leydig vermutheten, etwa selbst mit den Wandungen der Lymphgefässe verwachsen, sondern im Lumen der Saftcanälchen gelagert, so dass sie von hier aus in das Lumen der Lymphgefässe hineingelangen können; die Saftcanälchen sind ferner nicht mit einer besonderen Wand versehen, also nicht Röhren, daher wohl von den Saftröhren Kölliker's zu unterscheiden, vielmehr nur Ausgrabungen in der übrigen Bindegewebssubstanz, sie stellen aber — und darin weicht meine Ansicht von der Brücke-Ludwig's ab — auch nicht einfache Spalten dar, wie sie zwischen den specifischen Bausteinen des Bindegewebes direct übrig bleiben, sondern die Interstitien der Faserbündel und der Lamellen des Bindegewebes sind, mit einander durch eine verklebende, homogene, festere Substanz verkittet, in welcher erst die Saftcanälchen eingegraben sind. Ihre Gestalt und Anordnung ist allerdings von der Form der Interstitien nicht unabhängig, aber doch nicht damit ohne Weiteres identisch, vielmehr eine eigenthümliche, und aus der Anordnung der specifischen Organelemente nicht unmittelbar zu bestimmende. Meine Ansicht will also nicht zugeben, dass die Anfänge der Lymphgefässe überall Spalten darstellen, wie Ludwig meint, auf der anderen Seite aber auch nicht, dass sie durch Membranen gebildete, geschlossene Röhren sind, wie die Anhänger des Ursprunges aus den Bindegewebskörperchen behaupten.

Färbt man frische bindegewebige Organe durch Imprägnation mit Silberlösung, so nimmt nur die feste Substanz die Farbe an, Lücken und Canäle des Gewebes bleiben frei, die Lymphgefässe und Blutgefässe erscheinen als ungefärbte Bahnen scharf hervorgehoben, im Bindegewebe selbst treten gewöhnlich sternförmige ungefärbte Figuren hervor, nach dem eben Angegebenen offenbar auch Lücken, aber allerdings nicht leer, sondern in ihnen lagern noch die durch jene Behandlung undeutlich gewordenen Bindegewebszellen. His hat behauptet, die Silberfiguren der Hornhaut fallen mit der Gestalt der Zellen zusammen, mit andern Worten, die feste Substanz hat nur Höhlungen, welche genau den Zellen mit ihren Ausläufern correspondiren. Indess lässt man die Hornhautkörperchen in ihrer ganzen Ausdehnung mit allen Ausläufern durch mehrstündiges Liegen in der feuchten Kammer (jedenfalls die zuverlässigste Methode, um dieselben deutlich zu machen) hervortreten, so sind

die Verzweigungen ihrer Ausläufer immer noch spärlich, die Communicationen der feinsten Aeste nur mühevoll aufzufinden, während die Silberfiguren ein ganz dicht geflochtenes Netzwerk darstellen; die sternförmigen Hornhautkörperchen decken sich also nicht mit den Silberfiguren. Ferner aber sieht man die beweglichen Zellen der Hornhaut die Substanz nach allen Richtungen durchwandern in der Regel, ohne dass sie sich an die Ausläufer der unbeweglichen, sternförmigen Hornhautkörperchen halten, was sie bisweilen sehr deutlich thun; mit den Räumen, in welchen letztere lagern, müssen also noch Canäle in Verbindung stehen, welche durch Protoplasma der Zellen nicht ausgefüllt sind. Allerdings hat nun W. Engelmann, da die Wandungen nach allen möglichen Richtungen geschieht, den Schluss gezogen, dass die Zellen ungehindert zwischen den Bindgewebsfibrillen laufen, dieselben auseinanderdrängen. Hiergegen sprechen andere Umstände. Bei genauer Beobachtung sieht man, dass die Fortbewegung der wandernden Zellen doch nicht ganz beliebig nach allen Richtungen geschieht, sie schnüren sich an gewissen Stellen ein und diese Einschnürung bleibt an derselben Stelle, während das einzelne Körperchen sich hindurchschiebt, sie stossen auf ein Hinderniss und müssen dasselbe umgehen — allerdings, ohne dass die einschnürende und behindernde Substanz auch noch so zart sichtbar wäre. Ferner müsste aber, wenn wirklich die Hornhaut, resp. das Bindegewebe (abgesehen von den Zellen) nur aus Fibrillen mit Zwischenflüssigkeit bestände, bei einer Injection von ungelösten Massen mittels Einstich das ganze Gewebe, nach den Fibrillen, resp. in der Hornhaut nach den Lamellen zerklüftet werden und doch erhält man hier annähernd cylindrische Canäle (Bowman's corneal tubes), welche oft ganz deutliche Netze bilden. Gewiss sind letztere, wie sie nach der Injection sich darstellen, in einer sehr unnatürlichen Form, colossal dilatirt, aber deswegen dürfen sie doch nicht ohne Weiteres als »Kunstproducte« über Bord geworfen werden, sie zeigen vielmehr, da ihre Formen aus der Anordnung der Fibrillen nicht hergeleitet werden kann, darauf hin, dass in der interfibrillären und interlamellären Substanz nicht nach allen Richtungen eine gleiche, sondern eine ungleich vertheilte Dichtigkeit, eine weiche, flüssige Masse und ein festeres, Widerstand leistendes Material vorhanden sein muss. In den Wegen, welche die Injectionsmasse einhält, liegen, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, die Hornhautkörperchen, jene müssen also wohl mit den natürlichen Lagerungsstätten der Zellen identisch sein; dann aber folgt, dass diese Lücken, wenigstens nach gewissen Richtungen hin enorm dilatirbar sind und deshalb eine schützende Membran wohl kaum besitzen können. Berücksichtigt man alle Thatsachen, so kommt man, so viel ich sehe, unabweislich zu der Erklärung, dass in den festeren bindegewebigen Organen, Hornhaut, Sehnen, Fascien, Cutis, die Spalten zwischen den Bindegewebsfasern oder Faserbündeln nicht einfach mit Flüssigkeit gefüllt sind, sondern grösstentheils eine solidere Kittsubstanz enthalten, dass aber in dieser solideren Kittsubstanz eben so wenig auch nur Höhlungen als Matrizen für die Zellen existiren, sondern Netze

bildende, wandungslose Canäle, welche zum Theil durch die Zellen, zum Theil und zwar in wechselnder Quantität von Flüssigkeit, dem Gewebssaft, erfüllt werden.

Diese Saftcanäle treten, da das Silber bei richtiger Application nur die festen Substanzen färbt, als farblose Züge ebenso wie Lymph- und Blutgefässe hervor, um so breiter, um so leichter bis in ihre feinsten Zweige zu verfolgen, je stärker sie im Moment der Silberimprägnation mit Flüssigkeit gefüllt sind. An dem Mangel an letzterer liegt es, wenn die Netze unvollständig erscheinen, wenn von ihnen hauptsächlich nur die weiteren Stellen, diejenigen, in welchen die Bindegewebskörperchen lagern, zum Vorschein kommen. Die Saftcanälchen haben aber in den verschiedenen Organen eine sehr differente Form. Als deutliche Netze annähernd cylindrischer Canäle erscheinen sie in den derben, oben angeführten bindegewebigen Organen, die Netze richten sich in ihrer Form nach der Stratification derselben, in den Sehnen und faserigen Organen z. B. sind die Maschen derselben sehr lang gestreckt, entsprechend dem Zuge der Fasern, in der Hornhaut sind sie in Flächen ausgebreitet, welche zwischen den Lamellen lagern, und stehen durch relative spärliche, letztere in schräger Richtung durchsetzende Aeste mit einander in Verbindung. In dem weichen, interstitiellen und einhüllenden Bindegewebe, dem Perimysium z. B., erscheinen die Canäle ausserordentlich weit, besonders stehen die Dilatationen sehr dicht, das feste die Canälchen bettende Gewebe erscheint gegenüber jenen Organen sehr verringert. Endlich in den ganz weichen Organen unmittelbar an den Oberflächen, den oberflächlichsten Schichten der Gelenkkapseln, der serösen Membranen, der Darmschleimhaut, sind die festen Massen auf schmale Wände reducirt, welche die Zellen tragenden, sehr dicht stehenden Lücken nur unvollständig von einander abgränzen. Alle diese verschiedenen Formen bilden die Stufenleiter eines und desselben Typus, deren Endglied auf der einen Seite die Form des Cylinders, auf der andern Seite die Spaltenform bildet, aber jede von ihnen stellt nicht den Hauptrepräsentanten dar, und es ist daher am unverfänglichsten, die Bezeichnung Canal zu wählen, da sie in Bezug auf die Form nichts Bestimmtes aussagt.

Gegen die Deutung, welche ich den Silberpräparaten gebe, hat man seit der Einführung der Versilberungsmethode allerhand Zweifel vorgebracht; ich kannte all' diese Zweifel, da ich selbst früher mit ihnen zu kämpfen hatte, hatte aber auch aus meinen vielfältigen Versuchen den Schluss ziehen können, dass all' jene verzerrten Bilder, wie sie von den Gegnern der Methode geliefert und besprochen worden sind, von Verletzungen, Zerrungen, Veränderung der chemischen Zusammensetzung etc. herrühren; keine Methode ist in dieser Beziehung empfindlicher. Alle Einwendungen gegen die Methode lassen sich mit den eigenen Worten Schweigger-Seydel's [1] beseitigen: »die Regelmässigkeit der Figuren, die an bestimmten Oert-

---

1) F. Schweigger-Seydel. Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitr. etc. Bericht d. kön. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 5. Novemb. 1866.

lichkeiten immer wiederkehrende Form, so wie die — allerdings nicht überall gleich deutlich — nachzuweisenden Kerne im Innern sprechen zur Genüge dafür, dass sie nicht zufällige Bildungen sind.« S.-S. spricht diesen Satz allerdings nur für die Epithelzeichnungen aus und behauptet, dass die Zeichnungen der Saftkanälchen nach der Entfernung des Epithels in einer subepithelial gelegenen eiweissreichen Schicht, also auf der Oberfläche, nicht im Innern der Bindegewebslager entstehn. Mir ist es aber unklar geblieben, warum S.-S. die durch Silber in der Hornhaut hervorgerufenen Zeichnungen ganz ausser Acht lässt; gerade an der Cornea ist es doch so leicht, sich zu überzeugen, dass die Schicht der Silberwirkung durchaus nicht immer gleich an der vorderen Oberfläche der Hornhaut, welche zuerst mit der Silberlösung in Berührung kam, häufig genug vielmehr ganz nahe der Descemet'schen Membran gelegen ist. Durch Beachtung dieses einen Punctes wäre er gewiss seiner Zweifel überhoben worden und hätte seinen obigen Satz auch für die Silberzeichnungen des Bindegewebes ausgesprochen.

Die Saftcanälchen stellen nun Räume dar, welche mit den Lymphgefässen zusammenhängen, man kann sogar sagen, sie bilden die oft gesuchten Lymphgefässwurzeln. Zum Beweis hierfür dienen folgende Momente: 1) an den Silberpräparaten sieht man einen directen Uebergang der farblosen Strassen der Saftcanälchen in die kleineren Lymphgefässe, gute Prä–

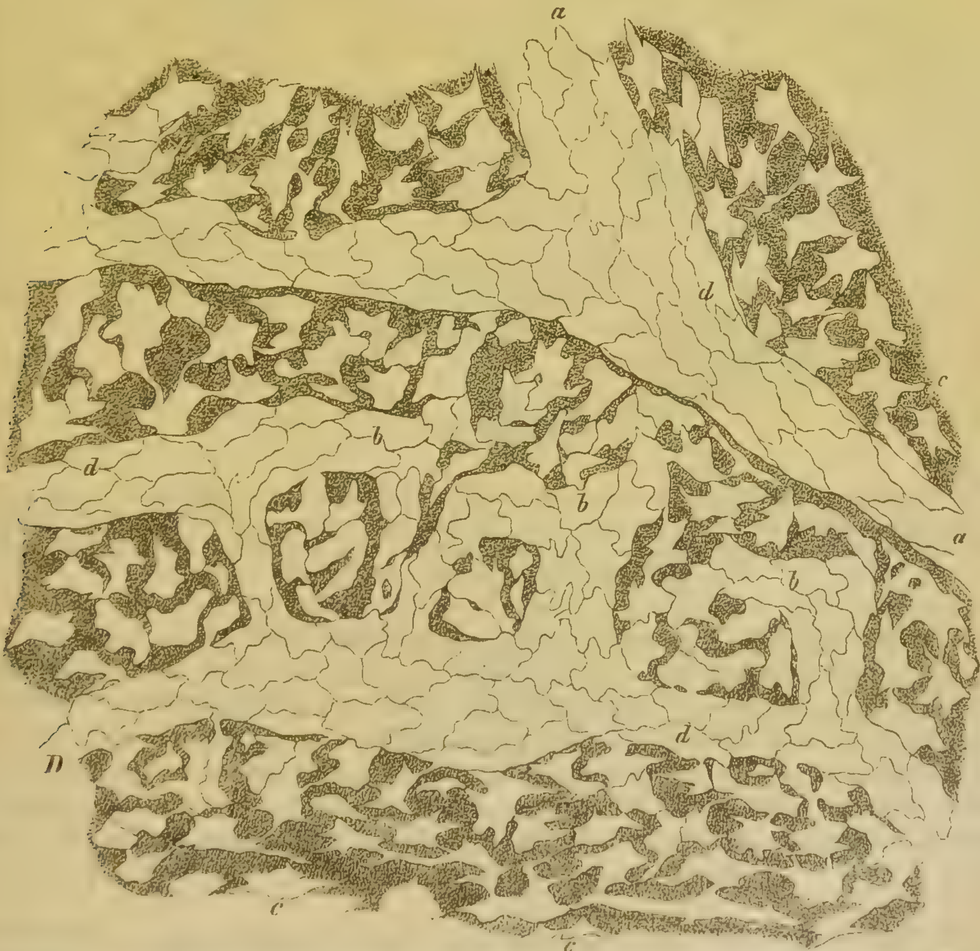


Fig. 58. Centr. tendin. des Kaninchen, mit Silber behandelt. *a* Lymphcapillaren mit Epithel, *b* erste Anfänge derselben, *c* Saftcanäle, *d* Uebergang der Saftcanäle in die Lymphgefässe, am reichlichsten am Rande *D*. Vergr. 800.

parate vom Centr. tendin. des Zwerchfells zeigen im Verlauf der Lymphgefässe auf's Schärfste den Uebergang, namentlich der kleinen cylindrischen Saftgefässe (s. Fig. 58); in den Lymphcapillaren, den allerersten Anfängen derselben nehmen die Ränder der Lymphgefässe häufig zackige Conturen an, und in dem Fundus dieser Anfänge verliert sich sehr häufig die Grenze des Lymphgefässes unmerklich in dem Saftcanalsystem. Dieses Verschwimmen der Lymphgefässgrenze ist begreiflicherweise um so mehr vorhanden, je weiter das Canalsystem, namentlich daher in den serösen und ähnlichen Ueberzügen (Fig. 59) sehr ausgesprochen.

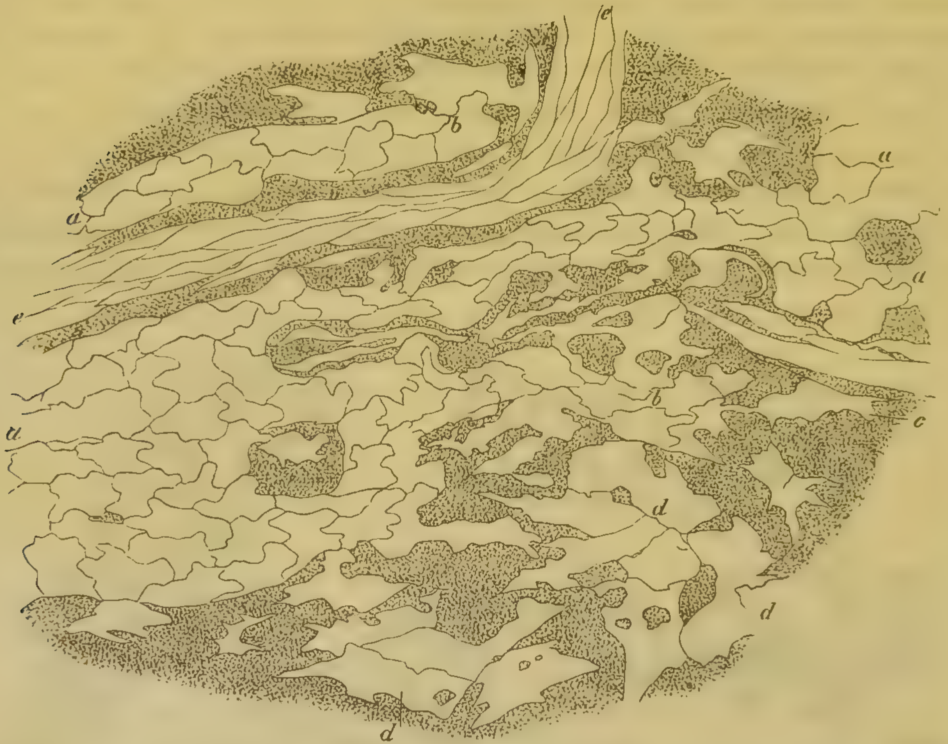


Fig. 59. Centr. tendin. des Kaninchens, mit Silber behandelt, die oberflächlichste, seröse Schicht neben dem Pericardialansatz. *a* Lymphcapillaren, *b* erste Anfänge derselben. *c* Saftcanäle mit Communicationen, *d* Saftcanäle von der Weite der Lymphgefässanfänge. *e* Blutgefäss mit Epithel. Vergr. 300.

Man hat sich allerdings bei derartigen Präparaten vor Verwechslungen zu hüten: sind die Contouren der Lymphgefässe und Saftcanälchen im Geringsten unscharf und verwaschen, so kann die Frage über den Zusammenhang nicht mehr entschieden werden; derartige verwaschene Bilder bekommt man aber immer, wenn man das Epithel vor der Silberapplication nicht eigens entfernt. His scheint nur derartige verwaschene Bilder vor Augen gehabt zu haben, da er glaubt, dass über den Zusammenhang der Contouren ein ungeübter Beobachter in Zweifel bleiben könnte. (Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie XIII. Bd. 3. Heft 1863.)

2) Injicrt man die Lymphgefässe nach ihren Wurzeln zu, so tritt oft mit grosser Leichtigkeit selbst eine unlösliche Injectionsmasse in das Gewebe über. es entsteht eine diffuse Färbung des letzteren. Unter dem Mikroskop sieht man in

den weicheren Geweben nur eine dichte Durchsetzung mit dem Farbstoff, ohne dass regelmässige Bahnen wahrzunehmen wären, man muss härtere Gewebe wählen, um sich hier von dem Gange der Injection zu überzeugen. In den Fascien des Oberschenkels vom Frosch, welche die Wand des Lymphsackes bilden, gelang es mir in der That, von letzterem aus die die Bindegewebszellen führenden Canäle mit körnigem Farbstoff zu füllen; auch durch die Lymphgefässe der Cutis hindurch kann man recht feine Injectionsmassen in das bindegewebige Substrat derselben eintreiben und zwar genau in Bahnen, welche in ihrer Form mit den normalen Pigment führenden Netzen, den ramificirten sogen. Pigmentzellen der Cutis übereinstimmten, ja die Injectionsmasse liess sich bis in dieses pigmentirte Netz selbst eintreiben. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass die Injectionsmasse, wenn sie die Lymphcapillaren verlässt, in canalartige Gewebsräume eintritt, sie sind nichts Anderes, als die Saftcanälchen selbst, da sie die hier pigmentirten Bindegewebszellen enthalten. Auch in den ganz weichen Geweben, den Darmzotten z. B. entstehen zuerst Netze, erst bei stärkerer Füllung die ganz pralle Infiltration, welche sich in bestimmte Figuren nicht mehr auflösen lässt. Gegen diese Resultate hat man nun — und mit einem gewissen Recht — eingewendet, dass jene Bilder durch widernatürliche Füllungen, durch Extravasationen, Gewebszerreissungen entstanden wären, und allerdings sind bei den zuerst erwähnten Injectionen nicht unerhebliche Drücke angewandt worden. Indess entsteht die Füllung der Zottensubstanz schon bei äusserst geringem Druck und gerade hier besitzen wir ausserdem eine gute Controle in der natürlichen Chylusinjection. Sie liefert ganz dieselben Bilder von der netzförmigen Anordnung der Chyluströpfchen rings um die centrale Chyluscapillare bis zu der gleichmässigen chylösen Durchtränkung des ganzen Zottenparenchyms. Haben doch solche netzförmigen Anordnungen der Chylusmassen die Veranlassung gegeben zu der Behauptung, dass die Chylusgefässe in den Zotten ein ganz dichtes Netzwerk, noch dichter als die Blutgefässe, bildeten!

Wegen der offenen Verbindung, welche nach dem Auseinandergesetzten zwischen Saftcanälchen und Lymphgefässcapillaren existirt, sind letztere nun befähigt, Substanzen aus ersteren aufzunehmen; dass der Lymphstrom seinen Weg durch die Gewebsräume (Saftcanälchen) hindurch in die Lymphgefässwurzeln nimmt, beweisen die angeführten Thatsachen über die Beschaffenheit der Zotten während der Chylification; dass zellige Elemente des Bindegewebes aus den Saftcanälchen in die Lymphgefässe eintreten können, ist bis jetzt zwar noch nicht direct beobachtet, aber im höchsten Grade wahrscheinlich, da sie ja wandern, wandern im Lumen der Saftcanäle. Nach den Silberbildern zu urtheilen, ist diese Verbindung mit den Lymphgefässanfängen eine so offene, dass es oft schwer wird, die Grenze der letzteren gegen die Saftcanälchen hin festzustellen; man kann dies nur erreichen, indem man auf die Epithelzeichnungen Rücksicht nimmt und die Lymphgefässe dort beginnen lässt, wo in den Canälen das Epithel erscheint.

Den hier vorgetragenen Schlüssen wird gegenwärtig keineswegs von allen Seiten beigepflichtet, und ich selbst erkenne gern an, dass die Beweise zu wünschen übrig lassen. Man müsste natürliche Füllungen der Gewebe mit unlöslichen Partikeln, Farbstoffen etc. herstellen und jene nachträglich noch versilbern können, um so sich zu überzeugen, dass die resorbirten Massen den Weg aus den Saftcanälchen in die Lymphcapillaren nehmen; ganz streng würde der Beweis werden, wenn man an derartigen Präparaten unter dem Mikroskop direct die Partikelchen aus den Saftcanälchen in die Lymphgefässe übertreiben könnte. — Jedenfalls darf ich aber behaupten, dass die oben auseinandergesetzte Theorie sämmtlichen bekannten Thatsachen Rechnung trägt, während alle andern sich nicht ganz mit allen in Einklang bringen lassen. Betrachten wir, um dieses zu beweisen, die Thatsachen, auf welche die Anhänger anderer Ansichten fussen. Ludwig und Tomsa bezeichnen die von ihnen aufgefundenen Lymphspalten zwischen den Hodencanälchen als die Lymphgefässanfänge, und allerdings liegen sie so dicht zwischen dem Parenchym, nicht selten die Blutgefässe einhüllend, das Bindegewebe ist so spärlich, dass man hier kaum noch nach andern Wurzeln der Lymphgefässe, nach einem Saftcanalsysteme suchen kann; Ludwig und Zawarykin injicirten ähnliche Spalten in der Niere, um die Harncanälchen gelegen. Tomsa machte Injectionen der Hundeschnauze und sah von Lymphcapillaren injicirte Netze in einer plötzlichen Weise ausgehen; er deutet dieselben als Querschnitte von Spalten zwischen den Muskeln, resp. Bindegewebsbündeln. Indess ist die Spaltenform derselben von ihm nicht nachgewiesen; seine Zeichnungen und Schilderungen passen vielmehr eben so gut zu meiner Auffassung, ja sie stimmen dazu deswegen in besonderem Maasse, weil aus ihnen hervorgeht, dass an die Ufer der injicirten Canäle spindelförmige Zellen — wohl Bindegewebskörperchen — angetrieben sind. Auch für die Nieren habe ich nicht die Ueberzeugung gewinnen können, dass die den Lymphgefässen zum Ursprung dienenden Gewebslücken spaltenförmig sind. Von den Lymphspalten des Hodens, mögen sie in der von Ludwig und Tomsa berichteten Ausdehnung existiren oder in einer geringeren, darf man keinen Rückschluss auf die Lymphgefässanfänge in anderen Organen machen wollen; denn His und Tommasi haben nachgewiesen, dass sie mit dem charakteristischen Epithel der Lymphcapillaren ausgekleidet sind, also höchstens diesen, nicht den Saftcanälchen analog sind. — Die andere Theorie, welche die Lymphwurzeln in die Bindegewebskörperchen verlegt, stützt sich auf eine Thatsache, welche ebenfalls ganz gut mit unserer Lehre sich vereinigt — auf die Verbindung der Gewebszellen mit den zackigen Anfängen der Lymphgefässe (Kölliker). Ich theile nun allerdings nicht die von Manchen gehegten Zweifel über die lymphatische Natur dieser Gefässe; man kann zwar für gewöhnlich den Strom der Flüssigkeit in ihnen nicht wahrnehmen, da sie wasserklar ist, ich konnte aber bei längerer Beobachtung einmal eine in die letzten zackigen Enden dieser Gefässe hineinragenden Zelle allmählich sich ganz einschieben sehen, welche in ihrem Glanz, ihrem Lichtbrechungsvermögen und ihrer Grösse mit jenen Gewebszellen, die an die Lymphgefässe anstossen, vollkommen übereinstimmte; als sie ganz eingetreten, wurde sie alsbald mit ziemlicher Schnelligkeit, offenbar passiv den Hauptstämmen zugeführt. Eine der sternförmigen oder spindelförmigen Bindegewebszellen, welche mit diesen Lymphgefässen sich verbinden oder ganz ausserhalb derselben lagern, habe ich in ähnlicher Weise noch nicht in das Gefässlumen vorrücken sehn, dennoch halte ich es für wahrscheinlich, dass auch sie einmal an die Reihe kommen. Jedenfalls macht jene Beobachtung es schon mehr als wahrscheinlich, dass die Gewebszellen nicht in fester Verbindung mit der Gefässwand stehen, sondern vielmehr in Höhlen liegen, welche ihrerseits in die Lymphgefässlumina übergehen. Im Innern auch der grösseren dieser Gefässe sieht man der

Wand anliegende grosse, punctirte Zellen in ziemlich grossen Entfernungen von einander. KÖLLIKER hält sie für Anhäufungen von Fettkörnchen als Reste der ursprünglichen Bildungszellen; indess zeigen sie allerdings blasse, aber deutliche Conturen, zahlreiche kleine Spitzen und Ausläufer an ihrer Oberfläche, und zwar senden sie einen Theil der letzteren in das Lumen, den andern Theil in das umliegende Gewebe hinein; diese Zellen machen nicht den Eindruck, als ob sie im Zerfall begriffen wären, vielmehr scheinen sie mir einfach die Bindegewebszellen selbst zu sein, welche in die grösseren Stämme hineinhangen und hier zunächst noch sitzen geblieben sind. Man könnte sich vorstellen, dass diese Lymphstrassen einfach durch eine Erweiterung der Saftcanäle entstanden sind, die dicht gedrängten spitzen Ausläufer ihrer Conturen würden zu den übrigen Saftcanälen führen und dann ebenfalls beweisen, dass Saftcanäle und Lymphstrassen in einander unmittelbar übergehen. Ob sich jene restirenden Bindegewebszellen etwa zu Epithelzellen umbilden? Ich kann hierauf nicht antworten und will nur bemerken, dass es mir eben so wenig wie KÖLLIKER gelang, durch Anwendung von Höllenstein eine Epithelbekleidung an diesen Gefässen nachzuweisen; eine Injection dieser Gefässe mit der Höllensteinlösung zeigte nur in den grössten Aesten neben der Chorda eine verworrene Zeichnung, welche allenfalls noch auf Epithelien bezogen werden konnte, in den kleineren Aesten hatten sich jene verästelten Zellen gefärbt und waren feine Striche nach Art von umspinnenden Fasern hervorgetreten. Mögen nun die peripherischen Theile der Lymphstrassen, wie es mir hiernach wahrscheinlich ist, ein Epithel entbehren oder dasselbe durch weitere Untersuchungen noch zu demonstriren sein, jedenfalls stimmen, wie das Vorstehende zeigt, alle Eigenthümlichkeiten dieser Gefässe in ganz ausgezeichneter Weise zu der Lehre von dem Ursprunge der Lymphgefässe aus den Saftcanälchen. Es liegt zwar nahe, hieraus eine weiteer Begründung meiner Theorie abzuleiten; dennoch wage ich es nicht, da es sich um eigenthümliche, gleichsam embryonale Gewebe, um vielleicht noch epithellose Lymphcapillaren, um sehr jugendliche Anlagen handelt; Verbindungen und Communicationen, welche in der Zeit der ersten Anlage vorhanden sind, könnten ja späterhin auf irgend eine Weise verlegt oder verschlossen werden.

Können wir nun das Saftcanalsystem als den Anfang der Lymphcapillaren betrachten, so bildet dasselbe gleichsam die Röhrenleitung für die eigentliche Gewebsflüssigkeit, letztere dagegen sind die Sammelröhren, welche das überschüssig Gespendete aus den Geweben wiederum abführen. Die relative Beschaffenheit beider Systeme ist, aus diesem Gesichtspuncte betrachtet, von grossem Interesse. Beide können spärlich sein in Geweben, welche mehr stabil sind, nur von mässigen Mengen von Ernährungsflüssigkeit durchspült werden (sehnige Theile); oder die Lymphgefässe sind sehr reichlich und weit im Verhältniss zu dem Gesammtquerschnitt der Saftcanälchen in Geweben, in welchen der Strom der Gewebssäfte ein ausserordentlich rascher ist (z. B. Centr. tendin. und Darmschleimhaut); oder endlich das Saftcanalsystem hat eine grosse Lichtung im Verhältniss zu der gesammten abführenden Lymphbahn, in diesem Falle sind die Gewebe sehr weich und saftreich, die Flüssigkeit in ihnen wechselt demnach nur langsam und ist vielleicht dadurch besonders geeignet zur Zellenneubildung. In die letzte Kategorie gehören wahrscheinlich die lockeren Bindegewebsmassen, welche die einzelnen Organe überziehen und mit einander verbinden, die interstitiellen Bindegewebsschichten einerseits, die serösen und synovialen Membranen andererseits.

In der That sind diese Gewebe in den oberflächlichen Schichten sehr lückenhaft, indem die Saftcanäle ausserordentlich weit, resp. feste Substanz nur in dünnen Wänden und Bälkchen in ihnen angelegt ist, und wir wissen aus pathologischen Processen, wie rasch gerade in diesen Geweben eine zellige Infiltration eintritt. In den Adventitien der Blutgefässe sind schon häufig solche zelligen Infiltrationen als angefüllte Lymphgefässe angesprochen worden. In gewissen Stellen des Körpers scheinen aber diese ungemein weiten Saftcanalsysteme schliesslich zu grösseren Hohlräumen zusammenzufliessen, die sich alsdann mit einem Epithel auskleiden; als physiologische Paradigmen kann man wohl die serösen Höhlen betrachten, als pathologische die sog. serösen Cysten. Bilden sich derartige Räume in oder auf der Adventitia der Blutgefässe, so haben wir scheidenartige Umhüllungen, ähnlich den Lymphscheiden der Hodencanälchen. Hierher gehören die perivasculären Gefässe, welche His theils in den Häuten, theils in der Substanz des Gehirns und Rückenmarks beschrieben hat; sie sind interstitielle Räume zwischen den Blutgefässen und der Gehirnsubstanz, welche unter der Pia in einen weiten »epicerebralen Raum« übergehen. Dass auch letzterer nicht ein einfaches Interstitium darstellt, kann man deswegen behaupten, weil sich von ihm aus eigentliche Lymphgefässe in der Pia anfüllen lassen. In den grösseren dieser perivasculären Canäle und Scheiden konnte His ein Epithel nachweisen; sie stehen also auf gleicher Stufe mit den Lymphcapillaren. Auch Mac Gillavry fand an Injectionspräparaten Lymphscheiden um die Blutgefässe der Leber, ob sie epithelhaltig oder nicht, ist seitdem nicht festgestellt worden. Stricker hat ferner derartige Einscheidungen auch an den Blutcapillaren des unteren Augenlids vom Frosch beschrieben, indess hat Langer gezeigt, dass hier nur zwei seitliche Lymphröhren existiren, welche dem Blutgefäss eng anliegen und gelegentlich über das Gefäss brückenartige Anastomosen hinüberschicken. Aus Langer's sehr sorgfältigen Untersuchungen geht hervor, dass beim Frosch, wo allerdings die grossen Blutstämme von den Lymphsäcken, resp. Ausläufern derselben eingescheidet werden, vom Uebertritt in die Organe an »eine Invagination der Blutröhren in die Lymphröhren nirgends mehr zu sehen ist;« in den serösen und Schleimhäuten sind je zwei Lymphgefässe, im Innern der Parenchyme immer nur je ein Lymphgefäss einer Arterie angeschlossen. Diese Untersuchungen warnen uns dringend zur Vorsicht in der Annahme von Lymphscheiden um die Blutgefässe; manche Autoren waren bereits geneigt, das perivasculäre Gefässsystem auch den Blutgefässen anderer Organe zuzusprechen, mindestens überall Lymphscheiden innerhalb der Blutgefässadventitia zu suchen. Sicher ist nur, dass in letzterer das Saftcanalsystem eine ausserordentliche Weite besitzt und deswegen zu zelliger Infiltration geneigt ist.

Der flüssige Inhalt der Saftcanälchen, wie der Lymphgefässe, also die Lymphe stammt der Hauptsache nach aus dem Blute, es ist daher die Frage von besonderer Wichtigkeit, in welcher Beziehung das Saftcanalsystem zu den Blutgefässen, namentlich den Blutcapillaren steht. Am einfachsten erscheint

es a priori, wenn die Saftcanäle eben so mit ihnen in Communication stehen, wie mit den Lymphcapillaren. Es wäre dieses ein Verhältniss, wie es die Autoren der letztverflossenen Jahrhunderte sich vorstellten, wenn sie von Vasa serosa sprachen, Gefässen, welche wegen ihrer geringen Lichtung nur das ungefärbte Blutserum, nicht die Blutkörperchen sollten durchlassen können. Leydig hat diese Hypothese in unsere moderne Bezeichnungsweise übersetzt, indem er die Lehre aufstellte, dass die Bindegewebskörperchen nicht nur mit den Lymphgefässen, sondern auch mit den Blutgefässen in offener Verbindung ständen. Führer und schon vor ihm Lessing hatten dagegen behauptet, »die vasa serosa bildeten ein die Blut- und Lymphcapillaren mit einander verbindendes, plasmatisches System«, in dessen Lichtung die Zellen lägen. Ich habe es früher für unwahrscheinlich gehalten, dass die Saftcanäle mit den Blutgefässen zusammenhängen, da ich über die damalige Ansicht, dass die Wandung der Blutgefässe aus homogener Substanz bestehe, nicht hinauskam. Seitdem indess durch Aeby, Auerbach und Eberth mittels der Silberbehandlung gezeigt wurde, dass auch die Capillargefässwand wenigstens in den untersuchten Organen ebenfalls aus Epithelien sich zusammensetzt, seitdem ferner die Durchgängigkeit der Gefässwand für die rothen Blutkörperchen (Virchow, Stricker), eben so wie für die farblosen Blutkörperchen (Cohnheim) unter Verhältnissen beobachtet ist, welche allerdings nicht als normale bezeichnet, jedoch so rasch herbeigeführt werden konnten, dass eine qualitative Veränderung der Capillarwand wohl noch nicht eingetreten sein konnte, so liegt jetzt in der That die Möglichkeit sehr nahe, dass die Saftcanäle in ähnlicher Weise mit den Blutgefässen in offener Communication stehen wie mit den Lymphgefässen. Dass wirklich solche Communicationen schon unter normalen Verhältnissen existiren, wird sehr wahrscheinlich durch die längst schon bekannte Thatsache, dass in der Lymphe, namentlich im Chylus, nicht bloss farblose Zellen, sondern auch rothe Blutkörperchen enthalten sind. Herbst hat eine ganze Reihe von Experimenten angestellt, in welchen er das Blutvolumen vermehrte, meist, indem er Blut, häufig, indem er differente Flüssigkeiten, besonders Milch in die Vena jugularis langsam einbrachte: regelmässig waren in dem reichlich angehäuften Inhalt des ductus thoracicus rothe Blutkörperchen, in den entsprechenden Experimenten auch Milchkügelchen vorhanden. Endlich hat aber in neuester Zeit Herr Dr. Rud. Böhm auch an Silberbildern von der Synovialis einen ganz ähnlichen Uebergang der Saftcanälchen in die Blutcapillaren gesehen, wie wir ihn oben an den Lymphcapillaren kennen lernten.

Die lymphatischen Follikel. Es finden sich in den verschiedenen Abschnitten des Digestionstractus innerhalb der Mucosa und Submucosa, ferner in der Milz und den Lymphdrüsen hirsekorngrosse, an der Oberfläche bisweilen auch auf der Schnittfläche vorspringende kugelige Körper, sogen. Follikel (s. die specielle Beschreibung des Digestionstractus und der Milz). Schon

seit Brücke's Untersuchungen weiss man von den solitären Follikeln des Darms und den Peyer'schen Haufen, dass sie in der innigsten Beziehung zum Lymphgefässsystem stehen, und hat in neuester Zeit durch vervollkommnete Methoden diese Beziehung specieller festgestellt; man hat aber ferner nachgewiesen, dass die lymphatischen Follikel der Rachenschleimhaut, der Tonsillen und Zungenbalgdrüsen ebenfalls viel reicher an Lymphgefässen sind, als die übrigen Schleimhauttheile, dass all' diese Gebilde aus Geweben bestehen, welche in den Lymphdrüsen wiederkehren; sie können daher mit gutem Recht zu dem lymphatischen Apparat gerechnet werden. Wir müssen die Follikel auch schon deswegen hier besprechen, weil sie den einfacheren Typus der Lymphdrüsen darstellen.

Characterisirt ist das folliculäre Gewebe (adenoide Substanz His, cytogenes Gewebe Kölliker) 1) durch das Reticulum, 2) durch die in demselben haftenden lymphkörperchenartigen Zellen. Das Reticulum, welches von Billroth zuerst nachgewiesen wurde, besteht aus sehr feinen Fäserchen, wechselnd in ihrer Dicke, welche meist geradlinig verlaufen und ein dichtes Netzwerk bilden, dessen Maschen gewöhnlich nur so gross sind, dass wenige Lymphkörperchen in jeder einzelnen Platz finden. Die Fäserchen sind im frischen Zustande ausserordentlich blass, erscheinen homogen und unterscheiden sich ausserdem von elastischen Fasern, mit denen sie nach der Erhärtung der Drüsen wegen des Glanzes einige Aehnlichkeit haben, sehr auffällig durch ihr chemisches Verhalten; Essigsäure, Natron macht sie so stark aufquellen, dass sie unsichtbar werden. Auch die Knotenpuncte dieses Netzwerks sind gewöhnlich nur sehr schmal, an ihnen sieht man Kerne, ob bloss angeheftet oder im Innern der Substanz der Fäserchen in eigentlichen Zellen gelagert, bleibt noch dahin gestellt. Die lymphkörperchenartigen Zellen, welche bei weitem den grössten Theil des Folliculargewebes ausmachen, isoliren sich mit ausserordentlicher Leichtigkeit, die milchige Flüssigkeit, welche sich von der Schnittfläche ergiesst, trägt solche Gebilde, welche namentlich in der Grösse etwas von einander abweichen (s. Lymphe). Die Fäserchen des Reticulum treten nun an der Peripherie der Follikel mit der Intercellularsubstanz des umgebenden Bindegewebes in directe Verbindung; ausserdem inseriren sie sich aber an die Blutgefässe, namentlich die Blutcapillaren, welche den Follikel in Gestalt eines weitmaschigen Netzwerks durchsetzen; die Gefässe werden also von dem Fäserchengerüst getragen und hängen frei in die Maschenräume hinein.

Von besonderer Wichtigkeit für uns sind die Beziehungen der Lymphgefässe. Man hat darüber gestritten, ob die Follikel reich oder arm an Lymphgefässen sind, ja man hat sogar das Vorhandensein von Lymphgefässen in den Follikeln ganz geläugnet und den Schluss gezogen, dass die Follikel keine specielle Bedeutung für das Lymphsystem haben. Allerdings sind Lymphgefässe im Innern jedes einzelnen Follikels sicher nicht vorhanden, auch die vollständigsten Injectionen des Lymphsystems des Darmcanals, wie sie Teich-

mann lieferte, liessen das Innere des Follikels frei, und Frey's Injectionen der Tonsillen haben gezeigt, dass, so reich auch das ganze Organ, doch jeder Follikel im Innern keine Lymphbahn enthält; es haben diese Injectionen vielmehr dargethan, dass die Oberfläche jedes Follikels mit einem ausserordentlich dichten Lymphgefässnetz übersponnen ist, dessen einzelne Zweige sich von denen der benachbarten Umgebung gewöhnlich durch eine beträchtliche Weite auszeichnen. Die Untersuchungen von His und Recklinghausen haben ferner ergeben, und auch die Teichmann'schen Zeichnungen lassen es erkennen, dass nicht selten die Follikel des Darmes von Lymphspalten umgeben sind, die Lymphnetze scheinen so dicht geworden, dass die einzelnen Röhren mit einander zu einem Spalt, ähnlich einer Kugelschale, zusammengeflossen sind. Diese Spalten oder Lymphsinus (nach His) nehmen bisweilen den allergrössten Theil der Oberfläche des Follikels ein und lassen nur den nach der Schleimhautoberfläche zugekehrten Pol des Follikels frei, der Follikel hängt dann also frei in die Lymphbahn hinein, gleichsam in einer colossal dilatirten Stelle derselben. Dass es sich hier in der That um Lymphspalten, ähnlich den Lymphsäcken der Amphibien, handelt, nicht um einfache Gewebslücken, ergiebt die Behandlung mit Silberlösungen, welche eine deutliche, in die abführenden Lymphröhren unmittelbar übergehende Epithelzeichnung hervorruft.

Gewiss müssen also die Follikel des Digestionstractus zum Lymphsystem gerechnet werden; wahrscheinlich bilden sich in ihnen Lymphzellen, welche aus dem Innern in die Lymphspalten eintreten und hier dann die gewöhnlichen Lymphkörperchen darstellen. Wie sich in Bezug hierauf das den Follikel nach der Seite der Lymphspalte überziehende Epithel verhält, ob es ständige Oeffnungen für den Durchtritt der Lymphkörperchen besitzt, muss noch der weiteren Untersuchung überlassen bleiben.

Diese innigen Beziehungen zum Lymphsystem sind bisjetzt aber nur für die erwähnten Follikel zu demonstriren, während an den bekannten Malpighi'schen Körperchen der Milz, obwohl sie sonst in ihrem Bau mit den Follikeln des Darmes übereinstimmen, ebenso wie in dem übrigen Milzgewebe von Lymphgefässen nichts bekannt ist. Auch für die Thymus, welche wesentlich aus folliculärem Gewebe besteht, ist bis jetzt eine Beziehung zu Lymphgefässen nicht nachzuweisen. Endlich giebt es auch noch in gewissen bindegewebigen Organen, dem Netz, den Pleuren der Säugethiere, dem Mesenterium und der Harnblase des Frosches so dichte Anhäufungen von lymphkörperchenähnlichen Zellen innerhalb sehr gefässreicher Stellen, dass die grösste Aehnlichkeit mit folliculären Geweben resultirt — aber wiederum ohne nachweisbare innige Beziehung zu Lymphgefässen. Auch hinsichtlich der Vertheilung der Hauptblutgefässstämme weichen diese Gebilde von jenen unzweifelhaften lymphatischen Follikeln ab. Während bei letzteren die Hauptstämme an der Peripherie sich auflösen, liegt in jedem Follikel der Milz die Arterie central, so dass dieser gleichsam eine Auftreibung ihrer Adventitia darstellt; Venen fehlen dagegen im Innern des Milzfollikels ganz. All'

diese Abweichungen in der Anordnungen des Gefässsystems berechtigen aber noch nicht, den eben besprochenen Gebilden eine andere Bedeutung beizulegen, als jenen lymphatischen Follikeln des Digestionstractus; auch sie bilden wahrscheinlich Brutstätten für lymphatische Zellen, welche aber nicht mittels Lymphgefässen, sondern auf anderen Wegen, aus den Milzfollikeln durch die Venen, die gerade an ihrer Oberfläche einen sehr dichten Plexus bilden sollen (Basler), aus den ähnlichen Apparaten der serösen Häute mittels des Uebertritts in die betreffenden Höhlen fortgeführt werden mögen.

Die Lymphdrüsen. Glandulae lymphaticae. Bis in die neueste Zeit hinein gehörte der Bau der Lymphdrüsen zu denjenigen Gebieten, in welchen der leitende Weg fehlte. Man sah die Lymphgefässe in mehrfacher Zahl an der Oberfläche der Drüsen eintreten als vasa afferentia, als vasa efferentia aus dem Hilus der Drüsen hervorgehen; im Innern der Drüse war die Lymphbahn, besonders ihre Beziehung zu dem Drüsengewebe selbst höchst unklar. Erst His, nach ihm Frey und Teichmann haben Aufklärung geschafft. Ihre Untersuchungen differiren allerdings in einzelnen Puncten, jedoch scheinen mir die Differenzen untergeordneter Natur, und so können wir uns gegenwärtig von der ganzen Gewebsanordnung in den Lymphdrüsen schon eine ganz klare Anschauung entwickeln.

Die Lymphdrüsen zeigen sowohl bei den verschiedenen Thiergattungen, wie auch in einem und demselben Individuum einen verschiedenen, anscheinend schwer zu definirenden Bau; bei der ersten Betrachtung machen die Präparate der Lymphdrüsen einen sehr wirren Eindruck, man lernt sich am leichtesten orientiren, wenn man stets bedenkt, dass der Character des Wechselvollen, welcher dem Lymphsystem im Allgemeinen zukommt, gerade auch in dem Bau der Lymphdrüsen sich manifestirt. Namentlich zeigen die Lymphbahnen hier die grössten Variationen der Gestalt, auf der einen Seite die Röhren-, auf der andern Seite die Spaltenform, beide ineinander vielfältig und gewöhnlich sehr plötzlich übergehend.

Man kann in den grösseren Lymphdrüsen, meist auch in den kleineren zwei Substanzen unterscheiden (s. Fig. 60), und dieselben als Rinden- (*A*) und Marksubstanz (*B*) bezeichnen. Allerdings darf man diese Bezeichnung nicht im strengen Sinne nehmen, als ob die Marksubstanz nur central, ringsum von Rindensubstanz umgeben vorkommen dürfte, im Gegentheil tritt dieselbe oft in ziemlich grossem Umfange an der Oberfläche der Lymphdrüsen zu Tage, nicht bloss in der Tiefe der Einsenkung, welche den sogen. Hilus der Drüse darstellt und mit Bindegewebe, dem Hilusgewebe, angefüllt ist. An den subcutanen Lymphdrüsen des Hundes z. B. tritt regelmässig an der Oberfläche auch die Marksubstanz hervor und bildet Flecke, welche schon makroskopisch an ihrer weissen Farbe zu erkennen und häufig durch einen gelblich pigmentirten Saum von der übrigen Drüse abgegränzt sind; ein eigentlicher Hilus fehlt hier. Man darf sich auch nicht vorstellen, dass eine scharfe Tren-

nung zwischen beiden Substanzen vorhanden wäre, und wir werden weiter sogar sehen, dass nicht einmal im Bau eine wesentliche Differenz zwischen beiden existirt, dass auch die Follikel der Rinde, welche gewöhnlich als characteristisch für diese angesehen worden, ihr vollständiges Analogon in der Marksubstanz finden.

Dennoch ist es für die erste Orientirung zweckmässig, wenn man beide Substanzen unterscheidet; bei manchen Thieren ist nämlich der Gegensatz zwischen beiden makroskopisch sehr ausgeprägt, so bei dem Rind und Pferd, indem hier die Marksubstanz intensiv braun gefärbt ist. Auch der feinere Bau ist beim Rind in seinen Einzelheiten am präcisesten ausgesprochen, am leichtesten zu erkennen, und daher war es sehr zweckmässig, dass His gerade die Drüsen des Rindes zum Studium erwählte. Macht man Schnitte aus den frischen Lymphdrüsen, so sieht man gewöhnlich, namentlich bei stärkerer Vergrösserung nur ein gleichmässiges Gewebe, in welchem kleine Lymphkörperchen, und zwar Zelle bei Zelle gelagert sind, so dicht, dass eine Zwischensubstanz nur an den allerdünnsten Stellen der Schnitte zum Vorschein kommt. Um die differenten Structuren aufzufinden, muss man 1) die Drüsen erhärten (am zweckmässigsten in Alkohol) und 2) die möglichst feinen Schnitte stark auswaschen oder noch besser auspinseln. Geschieht dieses, so sieht man an Schnitten aus der Marksubstanz eine stark durchbrochene Beschaffenheit; aber die durchbrochenen Stellen sind nicht vollständige Lücken, sie zeichnen sich vor dem dichteren Gewebe zunächst nur durch eine weit grössere Durchsichtigkeit, ferner aber dadurch aus, dass sie die Träger des Pigmentes sind (am prägnantesten beim Rind); bei stärkerer Vergrösserung (s. Fig. 61) sieht man, dass sie von feinen, oft sternförmig angeordneten, oft kern-, resp. zellenhaltigen Fasern durchzogen sind, an welchen körnige Pigmentmassen haften. Diese Fäserchen fliessen zu dickeren bindegewebigen Balken, den Trabekeln, zusammen, welche nicht selten platt sind; sie liegen immer in der

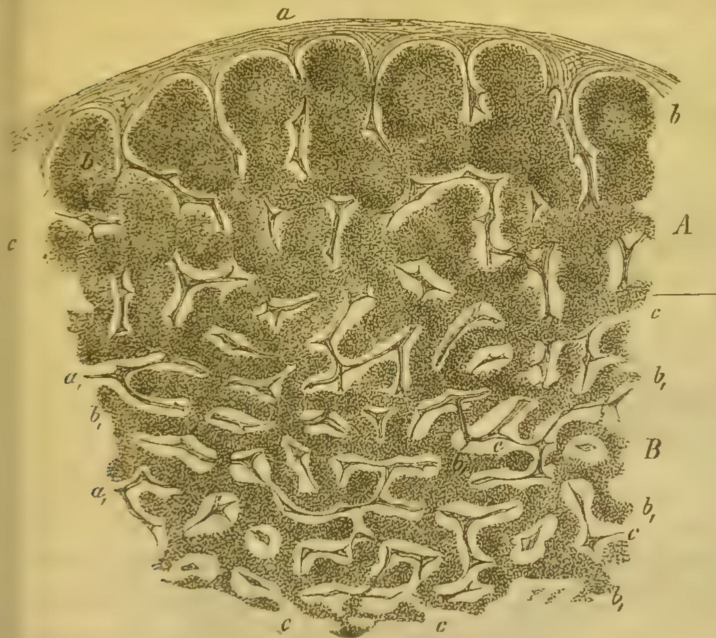


Fig. 60. Senkrechter Schnitt der Lymphdrüse des Rindes. *A* Rindensubstanz, *B* Marksubstanz, *a* Kapsel, *a*, Trabekel, *b* Follikel, *b*, Follicularstränge (Markstränge), *c* Lymphbahn, an den Follikeln als Lymphsinus oder Umhüllungsraum bezeichnet, die feinen Fäserchen in ihnen sind fortgelassen. Alkoholpräparat. Vergr. 25.

Mitte der eben besprochenen Räume und stellen den Grundstock dar, von dessen Seite die feinen Fäserchen des Reticulum oft nahezu senkrecht abgehen. — Letztere inseriren sich dann auf der andern Seite an die Stränge der dichten Substanz (Markstränge Kölliker's, Markschläuche His'. Lymphröhren Frey's).

Diese Stränge (Fig. 61) selbst haben nun vollkommen dieselbe Structur wie das Gewebe der lymphatischen Follikel (s. o.), bestehen also aus einem Reticulum mit eingeschlossenen lymphkörperchenartigen Zellen und können wohl mit vollem Recht als folliculäre Gebilde aufgefasst, als Follicularstränge bezeichnet werden. Ihr Reticulum unterscheidet sich von dem Faserwerk jener lichten Stellen darin, dass die einzelnen Fäserchen durchschnittlich feiner, die Maschen namentlich in den peripherischen Schichten viel enger

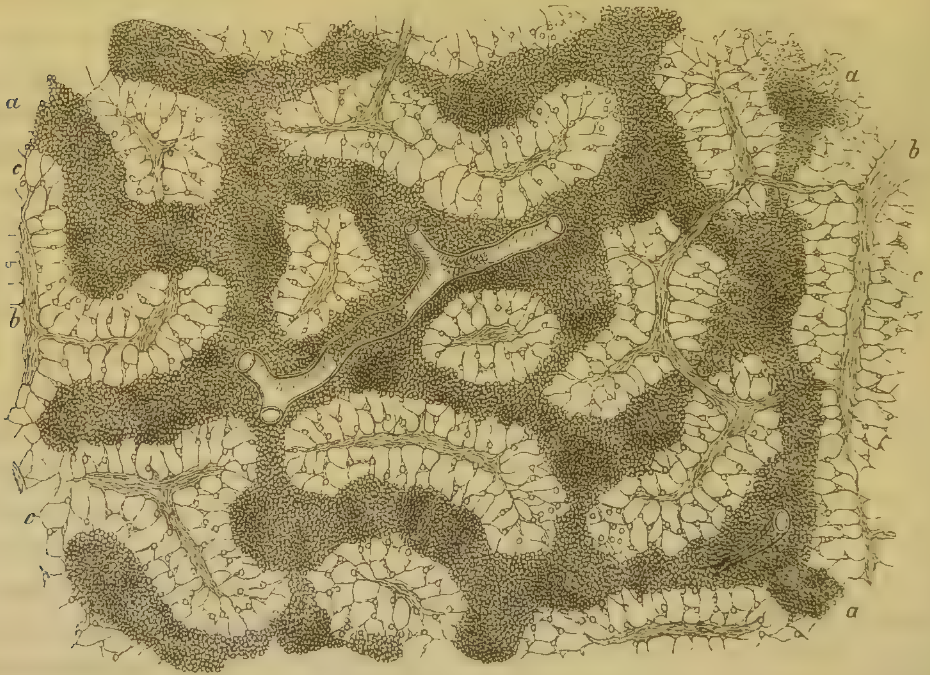


Fig. 61. Schnitt aus der Marksubstanz der Lymphdrüse des Rindes, *a* Follicularstränge, *b* Trabekel, *c* Lymphbahn. Vergr. 120.

sind. Ihre auffälligste Eigenschaft, die Undurchsichtigkeit gegenüber jener lichten Stellen, verdanken diese Folicularstränge aber dem grossen Reichthum an jenen Zellen. Allerdings tritt diese wesentlichste Differenz gegenüber den lichten Stellen an feinen Schnitten der frischen, eben so an dickeren Schnitten der erhärteten Drüsensubstanz vor dem Auspinseln und Auswaschen nicht oder nur undeutlich hervor, da in ihnen auch die lichteren Stellen mit Lymphkörperchen vollgepfropft sind. Auf der anderen Seite kann aber auch diese Differenz wiederum verschwinden, wenn das Auspinseln zu lange fortgesetzt wird; es bleibt alsdann auch in den Follicularsträngen nur das Reticulum übrig. Aus diesen Verhältnissen ergiebt sich, dass die Lymphkörperchen in letzterem auf irgend eine Weise festgehalten werden, während sie in den lich-

ten Bahnen ganz lose liegen. Wie sind sie in dem Reticulum der Follicularstränge fixirt? Schon die grössere Dichtigkeit des Reticulum, die Enge seiner Maschen trägt gewiss dazu bei, die in ihnen enthaltenen Lymphkörperchen festzuhalten, wenn künstliche oder natürliche Flüssigkeitsströme durch dieselben hindurchgehen; ausserdem ist es aber auch wohl möglich, dass die Lymphzellen an den Bälkchen des Reticulum locker anhaften, etwa mit einzelnen Stellen ihrer Oberfläche angeklebt sind.

Diese Befestigungsweise der Lymphkörperchen ist nun von ungemeiner Wichtigkeit. Treibt man Lösungen durch die Lymphdrüsensubstanz mittels der Einstichsmethode oder auch mittels Injection von den zuführenden Lymphgefässen aus, so kann man auf diese Weise die lichten Stellen von Lymphkörperchen, eben so wie durch Auspinseln, befreien, während die Follicularstränge ihre zelligen Einwohner bewahren. Es genügt hiezu schon ein ganz geringer Druck, welcher demjenigen, unter dem die Lymphe durch die Drüsen strömt, nahe steht. Wir dürfen daher wohl behaupten, dass auch der natürliche Lymphstrom im Stande ist, aus den lichten Stellen die darin vorhandenen Lymphkörperchen fortzuspülen, und weiter schliessen, dass in ihnen jede einzelne Lymphzelle nur zeitweilig existirt. Mit anderen Worten, sie bilden nur eine Bahn, auf welcher die Lymphkörperchen fortgeführt werden, dagegen dient letzteren das Reticulum der Follicularstränge als eigentlicher Wohnort.

Injectionen der Lymph- und Blutgefässe der Lymphdrüsen ergeben aber alsbald noch weitere wichtige Differenzen zwischen den lichteren Stellen und den Follicularsträngen (s. Fig. 62). Die eigentliche Verbreitung des Blutgefässsystems findet nur in den letzteren statt, Capillarnetze sind in ihnen allein enthalten, die lichten Stellen führen dagegen nur grössere Gefässe, welche, von den Trabekeln kommend, sie durchsetzen, um sich zu den Follicularsträngen zu begeben. Auf der andern Seite lehren die Injectionen, welche von den zuführenden Lymphgefässen aus oder mittels Einstich in die Drüse vorgenommen werden, dass die lichten Stellen die eigentlichen Lymphbahnen darstellen. Sie füllen sich meist mit grosser Leichtigkeit, die Injectionsmasse bleibt auf sie beschränkt, wenn sie aus dickflüssigen Leimlösungen und grobkörnigen Farbstoffen besteht; ist dagegen die Flüssigkeit wässriger, der Farbstoff recht feinkörnig, so dringt derselbe auch in das Folliculargewebe ein, immer aber deutlich von der Peripherie derselben her. Auch bei recht praller natürlicher Injection der Mesenterialdrüsen mit Chylus kann man die Chyluskörnchen in den peripherischen Theilen des Folliculargewebes leicht nachweisen. Es ergiebt sich hieraus, dass die Follicularstränge gegen die Lymphbahn durchaus nicht vollkommen abgeschlossen sind, das Reticulum an ihrer Oberfläche ist zwar sehr dicht geflochten, lässt aber doch noch feste Körperchen von der Lymphbahn aus in das Innere des Follikels eintreten, daher können wahrscheinlich auch umgekehrt körperliche Theile, Lymphzellen z. B., in die Lymphbahn austreten.

Wir können somit in dem Lymphdrüsengewebe dreierlei Theile unter-

scheiden 1) das Folliculargewebe, 2) die Trabekeln, 3) die Lymphbahn, und es ist jetzt unsere Aufgabe, die Form und die Anordnung dieser einzelnen Theile zu verfolgen. Die Trabekeln sind die unmittelbaren Fortsetzungen der Lymphdrüsenhülle (s. Fig. 60), bestehen wie diese aus Bindegewebe und bei manchen Thieren (Pferd, Hammel, Rind) aus sehr reichlichem, glatten Muskelfasern (O. Heyfelder). Die ersten Fortsätze, welche die Hülle nach dem Innern der Lymphdrüse fortsendet, sind platte Wände, diese lösen sich alsdann nach dem Centrum zu in mehr cylindrische, entweder drehrunde oder auch etwas abgeplattete Stränge, die Trabekeln, auf, welche schliesslich in die bindegewebige Hilussubstanz übergehen. An der Oberfläche der Drüse



Fig. 62. Schnitt aus der Marksubstanz der Lymphdrüse des Rindes. *a* Follicularstränge, *b* Trabekel, *c* Lymphbahn, *d* Blutgefässe. Vergr. 300.

stehen die Trabecularwände weit von einander ab und umgränzen in Gemeinschaft mit der äusseren Hülle alveolenartige Räume der Art, dass letztere nur nach dem Hilus zu offen bleiben; mit der Auflösung in runde Stränge treten die Trabekeln einander viel näher, die Räume, welche sie umspinnen, sind daher kleiner als jene Alveolen und gleichzeitig weit unvollständiger von einander abgeschlossen. Das Folliculargewebe bildet im Allgemeinen rundliche Balken, welche netzartig mit einander verbunden sind, diese Balken sind aber meist nicht regelmässig cylindrisch, sondern mit Buckeln versehen, bisweilen fast rosenkranzartig. Nach der Oberfläche der Lymphdrüsen schicken diese

Follicularstränge besonders starke Anschwellungen von fast kugeliger Gestalt, sie bilden die Körner, welche an der Oberfläche, aber auch auf der Schnittfläche schon dem blossen Auge deutlich erkennbar sind und gewöhnlich als Follikel bezeichnet werden; die Rindenfollikel der Lymphdrüsen sind also nichts wie keulenförmige Anschwellungen der Follicularstränge der Marksubstanz und müssen mit letzteren um so mehr identificirt werden, als nicht selten auch tief in der Marksubstanz noch grosse kuglige Follikel vorkommen. Das folliculäre Balkenwerk ist nun in die Maschen des Trabekelsystems hineingeschoben und zwar so, dass die Oberfläche des Folliculargewebes nirgends die Oberfläche der Trabekeln unmittelbar berührt, die Spalten, welche beide trennen, sind die Lymphbahnen. Die Form der letzteren richtet sich also nach den Formen jener beiden Gewebe, an der Oberfläche in den alveolären Stämmen haben sie annähernd die Gestalt von Kugelschalen, (Lymphsinus His, Umhüllungsraum Frey), im Innern der Drüse nehmen sie einfach den Raum ein, welcher von den Balken des folliculären Netzwerkes übrig gelassen wird. Dass die vasa afferentia, welche bekanntlich an der Oberfläche der Drüse sich verbreiten, in jene Kugelschalen resp. Lymphsinus ganz direct ubergehen, also aus cylindrischen Röhren plötzlich in spaltenartige Räume umgewandelt werden, davon kann man sich an Injectionspräparaten sehr leicht überzeugen. Bei Silberinjectionen gelingt es namentlich leicht, den unmittelbaren Uebergang zu erkennen, da sich die Epithelien der zuführenden Lymphröhren auf die Aussenwand der Lymphsinus leicht verfolgen lassen. Schwieriger ist es allerdings, die Entstehung der Wurzeln des vas efferens aus den innern Lymphbahnen festzustellen. Es liegt dieses nicht etwa in einer Schwierigkeit, die vasa efferentia mit Injectionsmasse in der Richtung des Lymphstroms zu füllen; im Gegentheil gelingt es bei hinreichend dünnflüssigem Zustand der Injectionsmasse namentlich mittels der Einstichsmethode ausserordentlich leicht, das vas efferens mit seinen Wurzeln zu injiciren. Letztere haben aber eine so ungewöhnlich bucklige Gestalt und stehen so reichlich mit einander in Communication, dass dadurch fast ein cavernöses Gewebe entsteht; die einzelnen Canäle in diesen cavernösen Plexus sind natürlich so kurz, dass ihre Verbindungen mit den Lymphbahnen der Marksubstanz weit schwerer zu erkennen sind, wie wenn sie in einzelne lange Canäle übergingen. Am besten kann man die Verhältnisse an gelungenen Injectionen mit Silberlösungen übersehen (s. Fig. 63) und feststellen, dass die Zweige dieses Plexus, die bis dahin immer noch einen annähernd kreisförmigen Querschnitt haben, plötzlich sich colossal auftreiben und die einzelnen Abschnitte der Marksubstanz, welche in die Hilussubstanz eingesenkt sind, in das Lumen dieser Erweiterungen einschieben lassen, während die bindegewebigen Wände des cavernösen Plexus in die Trabekeln der Marksubstanz übergehen. Man sieht deutlich die Epithelzeichnungen der Lymphröhren auf die Trabekeln sich forterstrecken und kann sie durch die Marksubstanz verfolgen. Auf der anderen Seite zeigen auch die Trabekeln und Septen an der Peripherie der

Drüsen in solchen Silberpräparaten dieselbe characteristische Zeichnung der Lymphgefässepithelen, und ich habe selbst im Innern der Drüse so häufig die Epithelzeichnung auf den Trabekeln darstellen können, dass ich glaube behaupten zu dürfen, es sind die Trabekeln durch die ganze Drüse hindurch mit einem Epithel bekleidet. Im Wesentlichen ist hiernach der Eintritt der Lymphbahn und der Austritt ein gleicher. Man kann sich diese Verhältnisse am einfachsten vorstellen, wenn man zunächst zwischen den vasa aff. und effer. ein Wundernetz einschaltet, dessen einzelne Zweige an dem Pol des vas affer. ganz plötzlich sich auftreiben, hierauf noch weiter sich theilen und in Folge dessen wiederum sich verschmälern, gleichzeitig aber dann dadurch, dass die die einzelnen Bahnen trennenden Gewebsschichten nach allen Richtungen durchbrochen werden, mit einander in Communication treten, um endlich an dem zweiten Pol wiederum in plötzlicher Weise in geschlossene, röhrenförmige Bahnen überzugehen. Die Follicularsubstanz ist am massigsten entwickelt in den Dilatationen am Pol des vas afferens, von da ab verschmälert sie sich immer mehr und verliert sich aus der Lymphbahn an der Gränze der Marksubstanz.



Fig. 63. Schnitt aus der Marksubstanz der Mesenterialdrüse eines Hundes nach Silberinjection. *a* Wurzeln des vas efferens mit Epithel. *b* Erweiterungen mit Epithel, in welchen Drüsensubstanz enthalten ist und zwar *c* Follicularstränge, *d* Fäserchen, die Lymphbahn durchsetzend, auf ihnen bei *d,* noch Epithellinien. *e* faseriges Zwischengewebe, bei *e,* schon als Trabekel zu bezeichnen. Vergr. 200.

Dieser schematischen Vorstellung über die Anordnung der Lymphbahn entspricht eine nicht unwichtige Thatsache. Teichmann hat gezeigt, dass beim Menschen an gewissen Stellen, namentlich in der Kniekehle sehr häufig an Stelle wirklicher Lymphdrüsen Wundernetze von Lymphgefässen vorkommen, welche von vollständigen Drüsen dadurch abweichen, dass das Lumen der einzelnen Zweige leer, nicht mit Folliculargewebe angefüllt ist; Teichmann behauptet, dass die Lymphdrüsen aus ihnen entstehen, sobald sich Lymphkörperchen im Lumen der einzelnen Röhren festsetzen und hier Knoten, aus Folliculargewebe bestehend, bilden.

Diese Vorstellung über die Entstehung der Lymphdrüsen, welche in ähnlicher Weise auch schon von Engel u. A. aufgestellt wurde, passt allerdings wenig zu den neueren genauen Untersuchungen über ihre Entwicklung von

Sertoli; letzterer fand, dass zuerst mit Epithel ausgekleidete Lymphcanäle entstehen, um sie herum das Bindegewebe wuchert und in diesem, also ausserhalb der ursprünglichen Lymphbahn, sich Zellenhaufen zu folliculärer Drüsensubstanz entwickeln. Man kann hiernach sagen, dass letztere aus dem Bindegewebe in der unmittelbaren Nähe der Lymphgefässe in Folge einer massenhaften Zellenanhäufung entsteht.

Die hier geschilderten Structurverhältnisse der Lymphdrüsen sind am leichtesten an den Drüsen des Rindes und Schafes zu erkennen, die Drüsen der übrigen Säugethiere und des Menschen bieten Schwierigkeiten, welche sich indess leicht beseitigen, wenn man sich die Grundzüge des Lymphdrüsenbaues gegenwärtig hält. In den Lymphdrüsen des Ochsen sind Lymphbahn und Folliculargewebe schon deswegen genau unterschieden, 1) weil die Gerüstfasern der Lymphbahn in der Mark-, wie in der Rindensubstanz mit Pigment besetzt, die Follicularsubstanzen farblos sind; 2) weil das Folliculargewebe auch durch die ganze Marksubstanz hindurch continuirlich zusammenhängende, nicht unterbrochene Balken bildet, welche an Breite die Lymphbahnen meistens übertreffen. In den Lymphdrüsen des Menschen und Hundes sind die Verhältnisse des Markgewebes dagegen etwas andere; hier nimmt die Lymphbahn relativ viel grösseren Raum ein, als die folliculare Substanz. Ferner ist das Trabekelsystem weit unvollständiger, nicht jeder Abschnitt der Lymphbahn ist, wie in den Lymphdrüsen des Ochsen, in seiner ganzen Länge von einem Trabekel durchzogen, bald sind die Stellen der Trabekel gar nicht angedeutet, zwischen zwei benachbarten Folliculärbalken erscheint nur ein gleichmässiges Gerüst von Fäserchen — bald bilden innigere Verflechtungen dieser Fäserchen Knotenpuncte, welche den Trabekeln analog sind. Endlich sind die Follicularstränge, namentlich in den Lymphdrüsen des Menschen, weniger scharf gegen die Lymphbahn abgegränzt wie beim Rinde, das Reticulum ist lockerer gefügt, die Lymphkörperchen haften weniger fest und so bekommt man durch zu starkes Auspinseln sehr leicht Präparate, an welchen die Orientirung viel schwerer fällt, als an den Präparaten vom Rinde. Noch ist hervorzuheben, dass eigentliche Lymphröhren sich weit tiefer in die Marksubstanz hinein erstrecken. Indess sind die Lymphdrüsen des Menschen und Hundes in einem Puncte wesentlich verschieden, darin nämlich, dass in jenen eine bedeutend entwickelte Hilussubstanz und eine entsprechend deutliche nierenförmige Gestalt vorhanden, nur in den Mesenterialdrüsen spärlich oder gar nicht entwickelt ist, während sie den Lymphdrüsen des Hundes gewöhnlich vollständig fehlt; hier tritt vielmehr, wie oben bereits angedeutet, die Marksubstanz mit den ausführenden Gefässen direct an der Oberfläche des Organs zu Tage. — Die Lymphdrüsen des Schweines zeigen in einer Beziehung ganz entgegengesetzte Eigenschaften; in ihnen ist die folliculäre Substanz gegenüber der Lymphbahn vorwiegend; auch durch die ganze Marksubstanz hindurch erscheinen an den Follicularsträngen noch knotige Anschwellungen, also wirkliche Follikel, auf der Schnittfläche sieht man schon mit blossen Augen diese Körnchen vorspringen, die Lymphbahn ist in Folge dessen so eng, dass die Injection hier mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Nach Franz Schmidt finden sich auch an anderen Orten im Körper des Schweines, im Rachen z. B., die folliculären Apparate besonders stark entwickelt, es bedarf noch weiterer Untersuchung, um festzustellen, ob in Folge der Mästung dieser Thiere, wie Schmidt vermuthet, oder ob hierin eine Eigenthümlichkeit dieser Thiergattung zu suchen ist.

Ein genaueres Studium ist noch erforderlich, um die Beziehungen der Epithelien zum übrigen Lymphdrüsengewebe zu erforschen; auf den Follicularsträngen konnte ich eine Epithelschicht nicht auffinden. Von besonderem Interesse ist aber

die Art der Verbindung der Gerüstfäserchen mit dem Epithel; oft habe ich deutlich gesehen, dass die Epithelzellen von der Oberfläche der Trabekeln aus auf dickere Fäserchen sich fortschoben (s. Fig. 63 *d*), diese also in derselben Weise einen epithelialen Ueberzug besassen, wie die Nerven, welche durch die Lymphsäcke des Frosches hindurchziehen. Es bleibt aber noch zu untersuchen, ob dieses Verhältniss überall vorhanden, oder ob sie zum Theil, ob mit ihnen die Folliculärstränge, wie es mir bisjetzt scheint, frei von Epithelzellen sind, also nackt in der Lymphbahn lagern.

Der **Chylus**, der während der Verdauung gebildete weissgefärbte flüssige Inhalt der Darmlymphgefässe und die **Lymphe**, der farblose, leicht trübe Inhalt der übrigen Theile des lymphatischen Systems, gerinnen wie das Blut, sie scheiden alsdann ein eiweissreiches Serum ab und in dem Faserstoffgerinsel sind die morphologischen Elemente, die Lymphkörperchen oder Lymphzellen, aufgefangen. Ausser ihnen finden sich noch in sehr wechselnder Quantität kleine Körnchen von ziemlich starkem Lichtbrechungsindex, wahrscheinlich Fetttröpfchen, früher Elementarkörnchen genannt, ferner in dem Chylus allerkleinste Pünktchen, wohl ebenfalls aus Fett bestehend, die Chyluskügelchen, welche in so enormer Zahl vorhanden sind, dass dadurch die starke Trübung und intensiv weisse Farbe des Chylus entsteht, endlich noch rothe Blutkörperchen. Die Lymphkörperchen sind, wie jetzt allseitig anerkannt wird, mit den farblosen Blutkörperchen in allen Eigenschaften identisch, zeigen namentlich die stets wechselnde Gestalt, dieselben contractilen Erscheinungen wie jene, so lange sie lebendig sind, und nehmen die Kugelform, welche ihnen früher gewöhnlich zugeschrieben wurde, erst an, sobald sie absterben. Eine Tödtung derselben wird sehr leicht durch die bei sonstigen mikroskopischen Untersuchungen üblichen Manipulationen herbeigeführt: Verdunstung, Wasserzusatz, Salzlösungen, wenn sie mehr wie 2% enthalten, selbst mechanische Einflüsse, wie die Belastung mit dem Deckglase, bewirken in kurzer Zeit ein solches Absterben. Während die Substanz der Lymphzellen im lebendigen Zustande ziemlich stark lichtbrechend ist, sogar einen eigenthümlichen Glanz besitzt, wird sie mit dem Tode blasser und matt: gleichzeitig treten kleine eingebettete Pünktchen (vielleicht Fetttröpfchen), und ferner im Centrum ein gewöhnlich stark körniger Kern hervor. Wie die farblosen Blutzellen sind auch die Körperchen der Lymphe unter sich verschieden, es giebt auch unter ihnen die granulirte Art, ferner Zellen von sehr bedeutender Grösse mit mehrfachen Kernen, endlich aber auch sehr kleine Gebilde, welche früher gewöhnlich nicht als eigentliche Zellen anerkannt, sondern als nackte Kerne angesprochen wurden. Allerdings wird bei letzteren bei weitem der grösste Theil des Leibes von dem Kerne eingenommen, er ist oft nur von einer ganz minimalen Schicht ausserordentlich blasser und sehr hinfälliger Zellsubstanz eingehüllt. Endlich finden sich noch bei Säugethieren und Amphibien bisweilen ganz grosse Lymphkörperchen mit braunen Körnchen in ihrem Innern, also pigmentirte Zellen. In den verschiedenen Abschnitten des Lymph-

gefässsystems ist das Quantum dieser Elemente ein verschiedenes, namentlich wechselt aber die Zahl derselben, je nachdem die betreffenden Organe, von welchen die Lymphgefässe herkommen, in der Thätigkeit oder in der Ruhe sind.

Woher stammen nun die verschiedenen Elemente? wo ist ihre Bildungsstätte? Früher war man zu der Annahme geneigt, dass sie nur in der Lymphbahn entstehen, die Elementarkörnchen sprach man als erste Anfänge der Organisation an, selbst in neuester Zeit versuchte man noch die Lehre durchzuführen, dass die Lymphfollikel und Lymphdrüsen die einzige Bildungsstätte der Lymphkörperchen seien, welche nach ihrem Uebertritt in die Lymphbahn durch Theilung sich weiter vermehren sollten. Solche Theilungsvorgänge sind bis jetzt nicht in zuverlässiger Weise beobachtet worden, mir ist es nur ein einziges Mal gelungen, unter dem Mikroskop direct zu beobachten, wie aus einer Lymphzelle ein junges Lymphkörperchen, welches neben dem Kern gelagert war, mit einem plötzlichen Ruck ausgestossen wurde, aber wie es entstanden war, habe ich nicht beobachtet. Die Bildung der Lymphzellen in den Follikeln, namentlich in den Lymphdrüsen ist dagegen wenigstens indirect zu beweisen: die Lymphe, welche aus den vasa efferentia der Drüsen ausgeführt wird, ist nämlich immer weit reicher an Zellen, als die zugeführte, und auch die Lymphgefässe, welche von den Darmfollikeln, speciell den Peyer'schen Plaques kommen, liefern eine zellenreichere Lymphe, als die übrigen Chylusgefässe (Kölliker). Die folliculären Substanzen der Lymphdrüsen sind wahrscheinlich als die Hauptlieferungsheerde der Lymphzellen zu bezeichnen. Indess ist es zu weit gegangen, wenn man die Lymphkörperchen nur aus den Lymphdrüsen stammen lässt. Die genauesten Untersuchungen (Herbst, Teichmann) haben ergeben, dass in der Lymphe des Menschen und der Säugethiere bereits Zellen enthalten sind, bevor sie überhaupt Lymphdrüsen passirt hat. Sie stammen mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem Bindegewebe, in welchem die Lymphcapillaren sich verbreiten, und sind wohl als bewegliche Bindegewebszellen aus den Saftcanälchen in diese Capillaren eingewandert. Man wird den folliculären Apparaten, den Lymphdrüsen allein die Rolle der Lymphkörperchenbildung schon deswegen nicht zuschreiben dürfen, weil eigentliche Lymphdrüsen bei den Amphibien trotz des grossen Reichthums ihrer Lymphe an Zellen, so viel bisjetzt bekannt ist, fehlen.

Hiernach würde die Frage nach der Herkunft der Lymphkörperchen in den peripherischen Lymphnetzen mit der Frage zusammenfallen: wo entstehen die wandernden Bindegewebszellen? Für die Beantwortung dieser Frage sind nun die Untersuchungen, welche in der neuesten Zeit von Cohnheim, ferner von F. A. Hoffmann unter meiner Leitung über die Genese der Eiterkörperchen angestellt worden sind, von grosser Wichtigkeit, da letztere in allen Eigenschaften mit den Lymphkörperchen, wandernden Bindegewebskörperchen und farblosen Blutkörperchen übereinstimmen. Unlösliche Farbstoffe werden bekanntlich von all' diesen contractilen Zellen, wenn sie mit ihnen in

Berührung kommen, in rapider Weise aufgenommen. Bringt man nun solche Farbstoffe, welche leicht wieder zu erkennen sind, am besten Zinnober, in die Blutgefässe eines lebenden Thieres, so füllen sich damit die farblosen Blutkörperchen; erregt man gleichzeitig eine Entzündung, z. B. der Hornhaut, so trifft man massenhaft Eiterkörperchen im entzündeten Bindegewebe, mit demselben Farbstoff versehen, ja auch in der normalen Hornhaut, und besonders in den lockeren interstitiellen Bindegewebsmassen trifft man unter den wandernden Körperchen einige farbstoffhaltige. Man muss hieraus schliessen, dass diese sich dem strömenden Blute hinreichend nahe befunden haben, um aus dem Blute den Farbstoff zu annectiren. Am einfachsten scheint die Annahme, dass sie sich im Blute selbst befanden, also früher vor ihrer Einwanderung in die Gewebe farblose Blutkörperchen waren. Cohnheim stellt daher auch entgegen der Theorie Virchow's, nach welcher die Eiterkörperchen im Bindegewebe selbst entstehen, den Satz auf, dass die Eiterkörperchen nichts sind, als ausgewanderte farblose Blutkörperchen und somit in den Organen gebildet werden, in welche wir die Geburt der letzteren verlegen, d. h. in der Milz und den Lymphdrüsen. Als unmittelbarste Consequenz dieser Lehre würde sich ergeben, dass auch die normalen wandernden Bindegewebskörperchen, somit auch die Lymphkörperchen der peripherischen Lymphgefässbezirke mit dem Blute den Geweben zugeführt werden und ebenfalls in der Milz und den Lymphdrüsen entstehen; es würden hiernach letztere, allerdings auf dem weiten Umweg der Blutbahn, auch solche Zellen liefern, welche in den vasa afferentia den Drüsen zugeführt werden, nicht nur diejenigen, welche durch die vasa efferentia austreten. Für diese Lehre von der Auswanderung der farblosen Blutkörperchen lassen sich noch weitere wichtige Begründungen beibringen. Cohnheim stützt sie vorzugsweise auf die directe Beobachtung der ersten Entzündungsstadien am blossgelegten Mesenterium des Frosches; er sah hier in der That die farblosen Blutkörperchen, welche bekanntlich bei Verlangsamung der Blutströmung in einer Wandschicht sich anhäufen, durch die Gefässwand, hauptsächlich die Venenwand hindurchtreten, um alsdann in bekannter Weise weiter zu wandern, und so ist eine Beobachtung, welche von Waller [1] schon im Jahre 1846 gemacht, aber ausserhalb England unter der Alleinherrschaft der Lehre Virchow's vergessen wurde, wieder zu Ehren gekommen. Ferner hat Hering ebenfalls an dem unter dem Mikroskop ausgebreiteten Mesenterium beobachtet, dass austretende farblose Blutkörperchen in die die Blutgefässe einscheidenden Lymphgefässe eintreten, um dann also als Lymphkörperchen weiter geführt zu werden. Man wird hiernach gewiss geneigt sein, jene Lehre für eine wohlbegründete zu halten. Dennoch vermochte ich trotz langer Beschäftigung mit dieser Frage nicht zu einer klaren Ueberzeugung zu kommen und kann einige Bedenken nicht unterdrücken. Erstlich ist es durchaus nicht leicht, ein einzelnes bestimmtes Körperchen auf seinem gan-

1) S. Kosinski Wiener med. Wochenschr. 1868. Nr. 56 u. 57.

zen Wege von dem Blutstrome durch die Venenwand hindurch bis in die Umgebung zu verfolgen und den Verdacht auszuschliessen, dass die austretenden Zellen nicht etwa bloss aus der Gefässwand, resp. den angränzenden Bindegewebsschichten herrühren; und zweitens tritt die Auswanderung nicht etwa kurz nach der Ausbreitung des Mesenterium auf, sondern erst nach Stunden, wenn sich bereits die erheblichsten Verlangsamungen und Störungen der Circulation eingestellt haben. Allerdings habe ich nun die Auswanderung farbloser Blutkörperchen unter viel günstigeren Umständen ohne so erhebliche Veränderungen der Blutströmung im Schwanz narcotisirter Froschlarven in unzweifelhafter Weise an den Capillaren, kleinen Venen und Arterien beobachten können, und ich würde hiernach nicht anstehen, die Lehre, dass die wandernden Zellen des Bindegewebs aus dem Blutstrom herrühren, anzuerkennen, wenn nicht 1) in Folge der Narkotisirung eine gewisse Verlangsamung der Circulation doch noch vorhanden gewesen wäre, wenn es sich 2) nicht um embryonale Gewebe gehandelt hätte und wenn nicht 3) noch eine weitere Beobachtung hinzugekommen wäre, welche mahnen muss, mit diesen so beweglichen und so wanderlustigen Elementen äusserst vorsichtig zu sein. Ich habe nämlich wahrgenommen, dass nicht nur farblose Zellen aus der capillaren Blutbahn aus-, sondern auch wandernde Körperchen des Bindegewebes in jene eintraten, sie schritten hier mit lang ausgestreckten Fortsätzen an der Wand fort, um dann an einer andern Stelle wieder auszuwandern. Wie wäre es, wenn etwa auch bei jenen Beobachtungen am Mesenterium die austretenden Zellen nur solche Eindringlinge gewesen wären, welche entweder an einer nahe gelegenen Stelle der Gefässwand (also einer Vene oder einem Capillargefäss), oder vielleicht auch entfernter an den Arterien eingekrochen, und zuvor doch im umgebenden Gewebe gebildet waren?

Mögen nun die Lymphkörperchen, resp. die wandernden Bindegewebszellen an Ort und Stelle, wo wir sie im Gewebe antreffen, entstehn, etwa unbewegliche Bindegewebskörperchen mobilisirt werden, wie ich es schon früher als nicht unmöglich hingestellt habe, oder mögen sie den Geweben von weit her im Blutstrom zugeführt werden, so viel ergeben die obigen Erfahrungen jedenfalls, dass sie sich in Räumen bewegen müssen, welche mit der Blutgefässlichtung in dem unmittelbarsten Zusammenhang stehen. Je grösser die Zinnobermenge, welche in den Blutstrom eingeführt wird, desto reichlicher sind Körperchen in den Lymphsäcken des Frosches, welche gefärbt sind. Hering fand, dass während einer stundenlangen Opiumnarkose die Lymphgefässe der Leber ausserordentlich reichliche Lymphkörperchen neben rothen Blutkörperchen enthielten und Toldt beobachtete, dass, wenn gleichzeitig ungelöstes Anilin in die Blutbahn eingeführt wurde, sich die Lymphbahnen in der Marksubstanz der Leberlymphdrüsen ganz prall mit blaugefärbten Zellen (angeblich ohne dass freie Farbstoffkörnchen vorhanden waren) füllten, zwischen welchen Haufen von rothen Blutkörperchen steckten. Die fast constant in der Lymphe, namentlich reichlich im Chylus vorhandenen

rothen Blutkörperchen hat man früher bisweilen als in der Lymphbahn aus Lymphkörperchen neu gebildete angesprochen, später hat man sie gewöhnlich durch Gefässzerreissungen in die Lymphbahn gelangen lassen; nach den neueren Erfahrungen über die Permeabilität der Blutgefässwandungen (s. Blutgefässe) und über den Zusammenhang der Blutcapillaren mit den Saftcanälchen, hat das Vorhandensein von rothen Blutkörperchen nichts Befremdendes mehr.

Die serösen Transsudate der grossen Körperhöhlen zeigen in allen Beziehungen, in der Gerinnungsfähigkeit, der Zahl und Beschaffenheit der zelligen Elemente, im normalen Zustande wenigstens die vollste Uebereinstimmung mit der Lymphe; es ist nur noch zu bemerken, dass in ihnen nicht selten grosse sogen. Körnchenkugeln zu treffen sind, welche, frisch untersucht, zahllose contractile, sich stets verändernde, ausserordentlich feine Fädchen, gleichsam Fangarme an ihrer Oberfläche tragen und wahrscheinlich die in ihrem Leib aufgespeicherten Körnchen von aussen her sich einverleibt haben.

Neuere Literatur.

Barthol. Panizza. Sopra il sistema linfatico dei rettili Pavia 1833 u. Josephus Meyer Systema amphibiorum lymph. Berolini 1845. H. Müller. Zur Morphologie des Chylus u. Eiters. Würzburg 1855. F. Noll, Henle's Zeitschr. Bd. IX. Remak, Müller's Archiv 1850. S. 79 u. 183. A. Kölliker, Würzb. Verhandl. IV u. Annales des sciences naturelles 1846 u. Handbuch der Gewebelehre, 5te Aufl. 1867. O. Heyfelder. Ueber den Bau der Lymphdrüsen, Breslau 1851. E. Brücke, Sitzungsbericht und Denkschrift d. Wien. Akademie, 1852—1855. Donders, Nederl. Lanc. 1852. Gnopp-Koopmans, Nederl. Lanc. 1855. A. Zenker, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie VI. Funke, ebendaselbst. Rud. Heidenhain, Symbola ad anat. glandul. Peyeri, Breslau 1859 u. Moleschott's Untersuch. IV. Th billroth, Beiträge zur pathol. Histologie, Berlin 1858. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI. Virchow's Archiv XXI. W. His, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI, XII, XIII u. XV. H. Frey, Vierteljahrschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich, 1860 u. 1862, Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen. Leipzig 1861. Ferner Handbuch der d. Histologie u. Histochemie, 2te Auflage, Leipzig 1867. L. Teichmann, Das Saugadersystem, vom anatomischen Standpuncte, Leipzig 1861. W. Krause, Anatom. Untersuchungen 1860. Piers Walter, Unters. über die Textur d. Lymphdrüsen, Dorpat 1860. Ad. Kjelberg, studier i Läran om lymphkärlens ursprung, Upsala 1861. F. v. Recklinghausen, die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862. Zur Fettresorption Virch. Archiv XXVI, über Eiter- und Bindegewebskörperchen XXVIII. W. Müller, Zeitschr. f. rationelle Medic. XX. C. Ludwig u. W. Tomsa, Sitzungsber. d. Wien. Akademie XLIII, 1861 und XLVI 1862. C. Ludwig, Ursprung der Lymphe, Wiener med. Jahrbücher 1863. W. Tomsa, ebendas. 1862. Ludwig u. Zawarykin, zur Anatomie der Niere, ebendas. XLVIII, 1863, u. Zeitschr. f. rat. Med. XX. E. Ödmansson, Virch. Anh. XXVIII. C. Langer, Ueber das Lymphgefässsyst. d. Frosches. Bericht d. Wien. Akadem. LIII u. LV, 1866 u. 1867. Franz Th. Schmidt, Del folliculaere Kjertelvaev, Kopenhagen 1862. N. Kowalewsky, Sitzungsber. d. Wien. Akademie XLVIII. C. Hueter, Medic. Centralblatt, 1865. L. Auerbach, Virchow's Archiv XXXIII. C. Ludwig, Schweigger-Seidel, Dogiel u. Dybkovsky, Berichte d. Kön. Sachs. Gesell. Leipz. 1866—1867. Enr. Sertoli, Sitzungsber. d. Wien. Akadem. LIV 1866. Gust. Herbst, das Lymphgefässsystem u. seine Verrichtung, Göttingen 1844. A. Waller, The philosoph. magazine and Journal of science XXIX 1846. Jul. Cohnheim, Virchow's Archiv XL u. XLI. Friedr. Alb. Hoffmann u. F. v. Recklinghausen, Centralbl. 1867, u. Hoffmann, Virchow's Archiv XLII. Ew. Hering, Sitzungsber. d. Wien. Akad. LVI 1867. C. Toldt, ebendas. LVII 1868. W. Engelmann, Ueber die Hornhaut des Auges, Leipzig 1867. S. Chrzonszczewsky, Virchow's Archiv XXXV. N. Afonasiew, Virchow's Arch. XLIV. F. Lösch, ebendaselbst.

Capitel X.

Milz.

Von

Wilhelm Müller

in Jena.

Der Bau der Milz schliesst sich an jenen der Lymphdrüsen auf das innigste an. In beiden Organen verzweigt sich ein von der Kapsel ausgehendes, bei vielen Thieren muskelreiches Balkensystem, dessen Contractionen eine Verkürzung bestimmter Gefässbahnen und eine Entleerung der im Parenchym enthaltenen Flüssigkeiten zur Folge haben. In beiden Organen wird das cytogene oder adenoide Gewebe benützt, um wenigstens einen Theil der Blutgefässe mit zellenreichen Scheiden zu umhüllen, deren rundliche, an Capillaren reiche Auftreibungen in den Lymphdrüsen die Follikel, in der Milz die sogen. Malpighi'schen Körper darstellen. In beiden Organen erleidet die Wandung bestimmter Gefässe eine eigenthümliche Modification, welche sich als eine Auflösung in ein Netz embryonaler Zellen charakterisiren lässt, dessen Interstitien von der in den betreffenden Gefässen enthaltenen Flüssigkeit, in dem einen Falle Lymphe, in dem andren Blut, durchströmt werden. Es ist nur eine Folge dieser Uebereinstimmung im Bau, wenn gewisse Krankheitsursachen auf beide Organe in gleicher Weise verändernd einwirken, wie dies bei dem Processe des Typhus, der Leukämie und gewissen Formen der Lymphdrüsensarkomatose (Hodgkin's Krankheit) der Fall ist.

Nicht allen Wirbelthieren scheint eine Milz zuzukommen. Bei den Leptokardiern und Myxinoiden ist der Nachweis des Organs bisjetzt nicht geführt. Bei den übrigen Wirbelthieren, welche das Organ besitzen, ist es stets das Bauchfell, in dessen Platten dasselbe eingeschlossen ist. Dabei kann die Lagerung Verschiedenheiten darbieten, je nachdem das Mesogastrium, das Mesenterium des Darms oder der Bauchfellüberzug des Pankreas zur Entwicklung

benützt ist. Letztere selbst erfolgt wieder bei verschiedenen Wirbelthierabtheilungen auf verschiedene Weise. Bei den Schlangen und Sauriern bleibt der Bestandtheil, welcher sich bei allen übrigen Wirbelthieren zum vorwiegenden entwickelt, rudimentär, während ein bei letzteren accessorischer Apparat, welcher mit den cytogenen Gefässscheiden der Lymphdrüsen und lymphoiden Drüsen übereinstimmt, hier zum vorwiegenden Bestandtheil wird. Die Milz dieser Thiere bildet in Folge dieser Entwicklungsweise den Uebergang von den Lymphdrüsen und lymphoiden Drüsen zu der Milz der übrigen Wirbelthiere. Diese Eigenthümlichkeiten des Baus rechtfertigen es, wenn im Nachstehenden die Milz der Schlangen und Saurier gesondert von jener der übrigen Wirbelthiere geschildert wird.

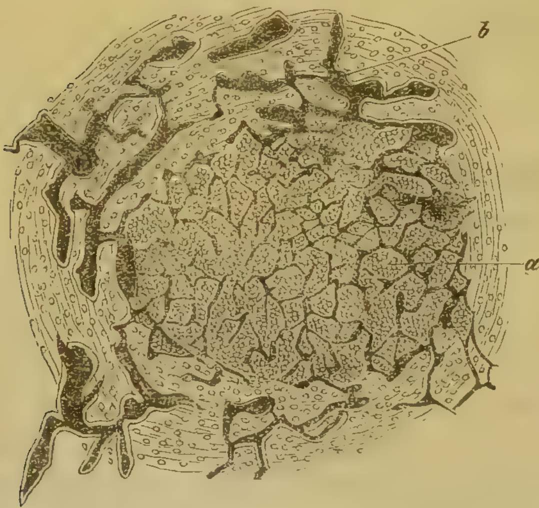


Fig. 64. Aus der Milz von Tropidonotus natrix. *a* Follikel mit dem Capillarnetz. *b* Scheidewand mit dem Venenplexus.

Die Milz der Reptilien. Bei den Schlangen am oberen Ende des Pankreas, bei den Sauriern an der linken Seite des Magens liegend, zeigt die Milz schon dem freien Auge bei ersteren ein körniges, bei letzteren ein mehr gleichförmiges Gefüge. Sie besitzt eine Kapsel, welche aus fibrillärem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern besteht. Die Interstitien der Bindegewebsfibrillen sind namentlich in den mittleren Lagen der Kapsel reich an lymphkörperartigen Zellen. In den untersten Lagen beobachtet man an nicht injicirten Präparaten regelmässig Züge glatter Muskeln. Am Injectionspräparat erscheint hier ein so reicher Plexus von Venen, dass, wenn nicht alle, so doch die Mehrzahl dieser glatten Muskeln den Gefässwandungen zugeschrieben werden muss. Die Kapsel sendet in ziemlich regelmässigen Abständen scheidewandartige Fortsätze in das Innere des Organs. Diese Fortsätze stimmen in ihrem Bau mit jenem der Kapsel überein; sie stehen im Innern des Organs durch Ausläufer unter einander in Zusammenhang. Sie verbreitern sich stellenweise, indem ihre Bindesubstanz mit zahlreichen Lymphkörpern sich infiltrirt, und erfüllen in dieser modificirten Form alle Zwischenräume des eigentlichen Parenchyms.

Letzteres tritt auf in Form rundlicher, kugeliger Massen (Globi oder Follikel), deren Durchmesser bei den einheimischen Thieren zwischen 0.5 und 0.75 Millim. schwankt. Die einzelnen Follikel setzen sich zusammen aus Zellen und einer netzförmigen Zwischensubstanz.

Die Zellen stimmen mit den Lymphkörpern der betreffenden Thiere über-

ein, wie diese bestehen sie aus hüllenlosen Protoplasmaklumpen mit centralem Kern. Regelmässig finden sich dazwischen grössere Elemente mit zwei bis drei Kernen, welche auf einen Vermehrungsprocess schliessen lassen. An der Peripherie der einzelnen Follikel pflegen die Zellen dichter gelagert zu sein, als in deren Centrum. Sie werden unter einander verbunden durch eine im frischen Zustand blasse, sehr feinkörnige, zähe Zwischensubstanz. An Präparaten, die in verdünnten Chromsäurelösungen gehärtet sind, erkennt man ein Netz zarter Fäden. An der Peripherie der Follikel wird das Netz deutlicher fibrillär und seine Maschen gestreckter; die Interstitien werden auch hier von dichtgedrängten, lymphkörperartigen Zellen erfüllt. Dieses dichtere Netzwerk übernimmt die Abgrenzung der Follikel nach Aussen; eine zusammenhängende Membran lässt sich in ihrem Umfang weder am frischen noch am gehärteten Präparat nachweisen.

Die Blutgefässe der Reptilienmilz bestehen in Arterien, Capillaren und Venen. Die Arterie tritt in die Milz der Schlangen an einer dem Pankreas zugekehrten, bisweilen hilusartig eingebuchteten Stelle ein und verläuft in einer scheidenartigen an Lymphkörpern reichen Bindegewebshülle gegen das Centrum. Hier verzweigt sie sich in feine Aeste, welche alle der Mitte der einzelnen Follikel zustreben. Hier angelangt, lösen sich die kleinsten Arterienäste in ein sehr charakteristisches Capillarnetz auf, welches die Follikel erfüllt. Dasselbe bildet Maschen von 0.015 bis 0.03 Millim. Spannweite, in welche das Parenchym eingebettet ist. Die Form der Maschen ist eine eckige, auffallend an jene fötaler Capillarnetze erinnernd, das Caliber zeigt oft auf kurzen Strecken beträchtliche Differenzen, die Wandung entspricht zum Theil in ihrem Baue vollkommen gewöhnlichen Capillargefässen, zum Theil wird sie gebildet von unverschmolzenen, kernhaltigen Zellen, welche von denen des umgebenden Parenchyms nur wenig durch ihre mehr gestreckte Form sich unterscheiden. Gegen die Peripherie der einzelnen Follikel zu verengern sich die Maschen des Capillarnetzes unter Erweiterung des Lumens, um allmählich in einen reichen Plexus sehr dünnwandiger Venen überzugehen, welche die Follikel umspinnen. Aus diesen Venen, welche zum Theil nur von einer dünnen, zellenreichen Bindesubstanzlage umfriedigt sind, sammelt sich das Blut in grösseren mit Epithel und Muskellage versehenen Aesten, welche theils längs der Scheidewände im Innern des Organs, theils in den untersten Lagen der Kapsel der Eintrittsstelle der Arterie zustreben, um neben letzterer als Milzvene das Organ zu verlassen. Der Umstand, dass man ungemein häufig die Wandung eines Theils der Capillaren in der Schlangenmilz von einer Beschaffenheit findet, welche an den embryonalen Bau dieser Theile erinnert, lässt vermuthen, dass neben einer fortlaufenden Neubildung von Lymphkörpern eine solche von Capillaren einhergehe. In welcher Beziehung dieser Befund zur Function des Organs stehe, lässt sich zur Zeit nicht angeben. Der Plexus dünnwandiger Venen, welcher die Peripherie der Follikel umspinnt, erinnert an die Lymphräume, welche die Peripherie der Lymphdrüsenfollikel umgeben; er stellt zugleich

das Rudiment einer Milzpulpa dar. Lässt man die Wandelemente dieser Canäle zu einem das Lumen durchsetzenden Netzwerk sich entwickeln, so erhält man ein Gewebe von den wesentlichen Eigenschaften der Milzpulpa, wie sie den übrigen Wirbelthieren zukommt.

Ueber die Lymphgefässe und Nerven der Reptilienmilz fehlen zur Zeit Beobachtungen.

Die Milz der Fische, Amphibien, Schildkröten, Vögel und Säugethiere. So verschieden die Lagerungsverhältnisse der Milz bei den einzelnen angegebenen Abtheilungen sich verhalten, stimmt doch der Bau des Organs in den wesentlichen Punkten bei allen überein. Stets wird das Organ überzogen von einer Kapsel, welche Fortsetzungen in das Innere abgibt. Diese stehen entweder in bestimmter Beziehung zum Venensystem des Organs, als solche bilden sie die Venenscheiden und Trabekeln, oder zum Arteriensystem in Form der Arterienscheiden. Die Interstitien dieser Gebilde werden ausgefüllt von dem eigentlichen Parenchym, welches den Namen der Milzpulpa führt.

Die Kapsel der Milz. Die Dicke der Milzkapsel steht, wie es scheint, stets im geraden Verhältniss zum Volum des Organs. Sie wird beim Embryo von einem kurzen Cylinderepithel von der Form des gewöhnlichen Peritonäalepithels überzogen; dieses verflacht sich mit zunehmendem Wachsthum des Organs und bildet beim Erwachsenen zarte, theils quadratische, theils rhomboidale Plättchen. Bei allen Wirbelthieren geht in die Zusammensetzung der Kapsel fibrilläres Bindegewebe ein, welchem elastische Fasern in reichlicher Menge beigemischt sind. Bei den Fischen und Amphibien bilden diese Elemente nach den bisjetzt vorliegenden Untersuchungen die ganze Kapsel. Bei den höheren Wirbelthieren, von den Schildkröten an, gesellen sich glatte Muskeln in verschiedener Mächtigkeit hinzu. Sie sind stets an die tieferen Lagen der Kapsel gebunden. Bei den Raubthieren, den Wiederkäuern, dem Schwein sind sie so mächtig entwickelt, dass schon der physiologische Versuch des Eintauchens der Milz in warmes Wasser ihre Anwesenheit bekundet, bei den Nagern, Flederthieren, Affen treten sie viel spärlicher auf. Sie sind ferner sehr spärlich vorhanden in der Milzkapsel des Menschen, wenn sie hier überhaupt einen constanten Bestandtheil bilden.

Balken und Venenscheiden. Die Zusammenstellung dieser beiden Bestandtheile rechtfertigt sich durch die constante Beziehung, in welcher sie zu einander stehen. Von den unteren Lagen der Milzkapsel heben sich in regelmässigen Abständen mit freiem Auge erkennbare Gewebszüge ab, um als cylindrische Stränge, sogen. Milzbalken, Trabeculae lienis, in das Innere des Organs überzutreten. Sie stehen durch seitliche Abzweigungen unter einander in Verbindung und bilden ein die ganze Milz durchsetzendes Netz. Sie

---

1) Ich mache darauf aufmerksam, dass sich unter den Reptilien noch Thiere finden dürften, bei welchen eine solche weitere Entwicklung in der That Platz greift.

wiederholen den Bau der unteren Kapsellagen mit der Modification, dass constant mindestens ein grosser Theil von ihnen Züge glatter Muskeln enthält. Eine gewisse Zahl dieser Balken strebt stets den Venenverzweigungen zu, um sich unter spitzen oder rechten Winkeln an deren Wandungen anzusetzen. Der Bau der letzteren wird dadurch complicirt, dass die Milzvene bei ihrem Eintritt in das Organ von der Kapsel eine ringförmige Umhüllung erhält, welche mit der Venenwand alsbald fest verwächst. Letztere erhält dadurch eine auffallend steife Beschaffenheit und wird zugleich, indem an die verstärkte Wandung zahlreiche Balken sich ansetzen, am Collaps gehindert, wodurch ihre Beschaffenheit jener der Hirnhautsinus ähnlich wird. Diese modificirte Venenwand wird nun früher oder später unvollständig, indem die muskelführenden Bindegewebslagen der Wand in schmale Züge sich spalten, zwischen welchen das Lumen nur von der Epithelschicht und einer die Intima repräsentirenden zarten, zellenreichen Bindesubstanzlage begrenzt wird. Diese Auffaserung der äusseren Wandschichten kann schon im Stamme der Milzvene beginnen, wie bei den Wiederkäuern, häufiger tritt sie erst an den kleineren Aesten auf, wie bei den Menschen. Die schmalen, muskelführenden Gewebszüge, in welche die sinusartige Venenwand sich spaltet, verlaufen noch eine kürzere oder längere Strecke weit längs der Verzweigungen, um schliesslich seitlich abzubiegen und mit dem Balkennetz des Organs in continuirliche Verbindung zu treten. W. Müller.

Der Nutzen, welchen die Verbindung des Balkennetzes der Milz mit der Venenwand gewährt, ist leicht einzusehen. Die longitudinalen Muskelbündel der letzteren streben die Canäle zu verkürzen, die seitlich sich ansetzenden Trabekeln, sie zu erweitern. Dadurch werden die für den Abfluss günstigsten Bedingungen hergesellt (Tomsa). Eine gleichzeitige Contraction der Muskeln der Kapsel und der Balken muss ferner auf das zwischenliegende Parenchym einen Druck ausüben, welcher die einer Ortsveränderung fähigen Bestandtheile des letzteren nöthigt, in die Räume geringster Spannung überzutreten (W. Müller).

A r t e r i e n s c h e i d e n. Bei ihrem Eintritt in den Hilus des Organs erhalten die Arterien von der Kapsel eine Scheide, mit welcher die Gefässwand locker verbunden ist. Diese Scheide besteht aus fibrillärem Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern und in mässiger Zahl zwischen den Bündeln liegenden Zellelementen: sowohl rundlichen, lymphkörperartigen Zellen als elliptischen nur an den Polen mit kurzen Protoplasmaanhäufungen versehenen Kernen. Die Scheiden begleiten die Arterienzweige ohne wesentliche Modification im Bau bis zu den Punkten, an welchen der vorher gemeinsame Verlauf von Arterien und Venen sich trennt, was an den Arterienzweigen von 0.3 bis 0.2 Millim. Durchmesser einzutreten pflegt. Von diesem Punkte an erleiden die Arterienscheiden eine bemerkenswerthe Modification in ihrem Bau. Diese Modification besteht in cytogener Umwandlung ihrer Bindesubstanz unter gleichzeitiger Verbreiterung. Dem entsprechend lockern sich die Bindege-

websbündel in der ganzen Dicke der Scheide, ihre Fibrillen werden zarter und netzförmig, in den Interstitien finden sich lymphkörperartige Zellen in reichlicher Menge. Dadurch werden zellenreiche, cylindrische Hüllen hergestellt, welche sich längs der Arterienzweige entweder bis zu deren Uebertritt in die Blutbahnen der Pulpa, wie bei den Fischen, Amphibien und Schildkröten, oder bis zu deren Uebergang in die Capillaren, wie bei Vögeln und Säugethieren, erstrecken. Bei den erstgenannten Thieren kommt es nur selten zu einer weiteren Entwicklung dieser Scheiden; bei Vögeln und Säugethieren dagegen zeigen sie regelmässig rundliche oder ellipsoidische, scharf umschriebene Auftreibungen von 0.3 bis 1 Millim. Durchmesser, welche als die Malpighi'schen Körper der Milz dem freien Auge leicht durch ihre weissliche Farbe erkennbar sind. Sie stellen, wie jetzt allgemein angenommen wird, lokale Hyperplasien der cytogenen Bindesubstanz der Arterienscheiden dar. Ihr Lagerverhältniss zu den zugehörigen Arterienzweigen ist verschieden. Je nachdem sie gleichmässig vom ganzen Umfange der Arterienscheiden oder von umschriebenen Stellen der letzteren aus sich entwickeln, umfassen sie die zugehörige Arterie ringförmig oder excentrisch oder liegen derselben nur seitlich an.

Das Parenchym der Malpighi'schen Körper wird gebildet von Zellen und einer netzförmigen Zwischensubstanz. Die Zellen stimmen mit den Lymphkörpern der betreffenden Thiere überein; constant finden sie sich in verschienen Entwicklungsstufen vor, indem kleinere einkernige, mit grösseren mehrkernigen abwechseln. Sie sind gleich jenen der Milzpulpa amöboider Bewegungen fähig. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper pflegen sie dichter gelagert zu sein als in deren Centrum. Unter gleichen Bedingungen mit Carminlösung behandelt, färben sie sich intensiver als jene der Pulpa, ohne dass bisjetzt entschieden wäre, ob die intensivere Färbung Folge ist eines reichlicheren Gehalts an imbibitionsfähigem Protoplasma oder einer Verschiedenheit der durchtränkenden Flüssigkeiten.

An die Zellen schliesst sich eine zarte Zwischensubstanz an (Periplast Huxley). Sie bildet um die einzelnen Zellen oder um Gruppen solcher ein Netzwerk, welches frisch untersucht aus einer blassen, äusserst feinkörnigen zähen Substanz besteht, an Chromsäurepräparaten in Form zarter Fäden auftritt. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper verdichtet sich dieses Netz, die einzelnen Fäden werden ausgebildeten Bindegewebsfibrillen ähnlicher, die Maschen enger und mehr langgestreckt, ohne dass es zur Bildung einer geschlossenen Membran käme, wie Henle zuerst richtig nachgewiesen hat.

Pulpa. Das Gewebe der Milzpulpa setzt sich zusammen aus Zellen und einer Intercellularsubstanz. Erstere gleichen auch hier den Lymphkörpern derselben Thiere, constant finden sich kleinere einkernige neben grösseren mehrkernigen, was auf einen fortlaufenden Neubildungsprozess schliessen lässt. Mit Carmin färben sie sich blasser als jene der Malpighi'schen Körper. Wie diese sind sie amöboider Bewegungen fähig (Cohnheim). Sehr häufig findet man ausserdem, namentlich bei älteren Thieren, in der Milzpulpa grössere

Zellen, welche entweder körniges Pigment von den Eigenschaften des Hämatoidin, oder rundliche Gebilde von dem Aussehen farbiger Blutkörper enthalten. Es ist zu vermuthen, dass die Mehrzahl dieser blutkörperhaltigen Zellen einer Einwanderung farbiger Blutkörper in das Protoplasma anliegender Pulpazellen ihre Entstehung verdankt.

Die Zellen der Pulpa werden unter sich verbunden durch eine Zwischensubstanz. Diese ist von Tigri zuerst gesehen, von Billroth eingehender beschrieben worden. Sie erscheint frisch untersucht als eine blasse schwachlichtbrechende, äusserst feinkörnige, zähe Substanz, welche zwischen dem Protoplasma der einzelnen Zellen ein zartes Netz bildet. An Chromsäurepräparaten nimmt sie die Beschaffenheit homogener, netzförmig verbundener Fäden an. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper setzt sie sich ohne scharfe Grenze in die Intercellularsubstanz von deren Grenzschichte fort. In der Nähe der Kapsel, ferner an den Capillarenden und den Venenanfängen wird die Zwischensubstanz stärker lichtbrechend und deutlicher fibrillär; sie setzt sich hier einerseits mit zahlreichen Ausläufern in die Bindesubstanz der Kapsel, andrerseits in die Adventitia fort, welche die Capillaren und Venenanfänge umspinnt.



Fig. 65. Aus der Milz des Igels. *a* Malpighi'sches Körperchen mit seinem Gefässapparat. *b* Milzpulpa mit der intermediären Blutbahn und bei *c* den Venenanfängen.

Zellen und Intercellularsubstanz der Pulpa sind nicht so dicht gefügt, wie jene der Malpighi'schen Körper; sie lassen vielmehr allenthalben rundliche und spaltförmige Räume zwischen sich, in welchen man an Milzen, welche nach Unterbindung der Gefässe frisch den Thieren entnommen und in Chromsäurelösungen bei 0° gehärtet worden sind, constant farbige Blutkörper antrifft.

Blutgefässe der Milz. Arterien und Venen treten gemeinsam mit einem oder mehreren Stämmen im Hilus des Organs in das Innere. Beide Gefässe mit ihren Scheiden verlaufen eine Strecke weit neben einander, baumförmig sich verzweigend. Bei einem Durchmesser von 0.3 bis 0.2 Millim. angelangt, trennen die Arterien ihren Verlauf von jenem der Venen. Der Charakter ihrer Verzweigung bleibt der baumförmige, ohne Anastomosenbildung zwischen den Aesten. Während dieses Verlaufs geben die Arterien Zweige für die umhüllenden Scheiden ab, sie gehen in letzteren in ein spärliches, langgestreckte Maschen bildendes Capillarnetz über. In den Malpighi'schen Körpern entwickelt sich letzteres reichlicher und bildet namentlich gegen deren Peripherie hin engere Maschen. Das Caliber dieser Capillaren ist in der Regel

ziemlich fein, dabei nicht selten ungleichmässig, ebenso zeigt der Bau der Wandung Verschiedenheiten, indem letztere ebensowohl die Beschaffenheit ausgebildeter als jene embryonaler Capillaren bieten kann. (Huxley, W. Müller.) An der Grenze der Malpighi'schen Körper gehen die Capillaren constant theils in die intermediären Blutbahnen, theils in die kleinen Venenanfänge über. Eigene Venenästchen kommen den Arterienscheiden von dem Punkt an, wo sie cytogen umgewandelt werden, nicht zu.

Die Arterienenden gehen rasch in bei den Säugethieren gewöhnlich mehrfache gestreckt verlaufende Capillaren über, welche von einer schmalen, bindegewebigen Adventitia umgeben werden. Sie zeigen in der Regel den Bau ausgebildeter Capillaren, bisweilen sind auch sie auf grössere Strecken von unverschmolzenen, protoplasmareichen Zellen aufgebaut (Uebergangsgefässe Schweigger-Seidel). Nach kürzerem oder längerem Verlauf wird die Capillarwand viel zarter, feinkörnig, ihre Kerne umgeben sich mit deutlichen Protoplasmahöfen, ihre Continuität wird unterbrochen, indem die homogene Wandung in schmale, den Zellen anliegende Streifen sich sondert und in das Zellen- und Fadennetz der Pulpa übergeht. Durch die in der ursprünglichen Capillarwand entstehenden Lücken ergiesst sich das Blut in die von den Zellen und Fasernetzen der Pulpa umfriedigten Hohlräume, die intermediären Blutbahnen. Aus letzteren sammelt sich das Blut in den Venenanfängen. Sie beginnen als siebförmig durchbrochene Kanäle, deren Begrenzug lediglich durch lymphkörperartige Zellen und eine anliegende zarte Intercellularsubstanz hergestellt wird, welche ein zahlreiche Lücken freilassendes Netz bildet. Nach kürzerem oder (beim Menschen und Kaninchen) längerem Verlauf erhält das Venenlumen eine continuirliche Abgrenzung, indem eine Lage spindelförmiger Epithelien mit rundlichem, nicht selten gegen das Lumen prominirenden Kern die Innenwand auskleidet und die dem Epithel aufliegende Bindegewebsschicht sich verdichtet, wobei deren lymphkörperartige Zellen näher aneinander rücken und die deutlicher fibrilläre Intercellularsubstanz ein quer verlaufendes, ziemlich enges Netzwerk bildet (Henle). Die kleineren Venenzweige vereinigen sich baumförmig zu grösseren, an welchen frühzeitig eine aus längs verlaufenden Bindegewebefibrillen mit eingeschalteten Zellelementen bestehende Adventitia auftritt. An diese Zweige legen sich von benachbarten Balken cylindrische Muskelbündel der Länge nach an, welche mit der Wand sofort fest verwachsen. Indem dies nach und nach von mehreren Seiten geschieht, erhalten die sich vergrössernden Venenzweige ihre schon früher beschriebene starre, den Hirnhautsinus ähnliche Wandung, welche sie bis zu ihrem Austritt aus dem Organ beibehalten.

Die vorstehende Darlegung der Kreislaufsverhältnisse in der Milz gründet sich 1) auf die Beobachtung, dass man an frisch gehärteten, bluthaltigen Milzen sowohl beim Embryo (Peremeschko) als beim Erwachsenen (W. Müller) das Gewebe der Pulpa constant von Blutkörperchen durchsetzt findet, 2) auf die Beobachtung, dass künstliche Injectionen der Milz constant dieselben Räume erfüllen, welche im

natürlichen Zustand Blutkörper führen (W. Müller); 3) auf die Beobachtung, dass auch bei Injection sehr feiner Lykopodiumsamen letztere mit Hülfe der Cellulosereaction allenthalben in der Pulpa nachgewiesen werden können (Tigri).

Dieser Ansicht steht eine zweite gegenüber, welche, ursprünglich von Billroth, Grohe, Sasse und Gray aufgestellt, neuerdings noch von Kölliker vertreten wird. Nach dieser Ansict besitzt die Milz wie die übrigen Organe des Körpers ein allseitig geschlossenes Gefässsystem von gewöhnlichem Bau, die Venen bilden allenthalben plexusartige Anastomosen, zwischen welchen das von Capillaren durchzogene Parenchym in Form von Strängen (intervasculäre Gewebsstränge Billroth) oder Kolben (Grohe, Sasse) enthalten ist. Schon in meiner Arbeit über die Milz habe ich auseinandergesetzt, warum ich dieser Ansicht nicht beipflichten kann; ich habe sie ausserdem an einer Reihe von injicirten Kaninchenmilzen und einer Affenmilz, welche mir von C. Thiersch zur Disposition gestellt waren, und an der Amyloidmilz des Menschen neuerdings geprüft, ohne Thatsachen aufzufinden, welche für die Billroth-Sasse'sche Annahme sich verwerthen liessen. Kölliker führt für letztere ausser dem früher schon erörterten Grund noch an, 1) dass der Blutstrom bei freiem Durchgang durch die Pulpa zu viel Hindernisse erfahren würde, 2) dass die frische Milz stets sauer reagire, 3) dass seit dem Erscheinen meiner Arbeit Niemand für die darin enthaltenen Angaben sich ausgesprochen habe, 4) dass diese Angabe ein Novum darstellen würden. Der erste Grund widerlegt sich durch eine Vergleichung des Blutdrucks in der Art. lienalis mit dem Lymphdruck im Vas afferens einer beliebigen Lymphdrüsengruppe, der zweite ist mit dem ersten besten neutralen Lackmuspapier leicht zu widerlegen, der dritte ist durch die Arbeit von Peremeschko, die einzige, welche auf die Frage eingeht, hinfällig geworden.

Lymphgefässe der Milz. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Milz aller Wirbelthiere Lymphgefässe besitzt. Man unterscheidet oberflächliche und tiefe. Erstere verlaufen in der Kapsel und bilden einen dichten Plexus, von welchem aus Stämme im Inneren eines Theils der Trabekeln in die Tiefe treten, um mit den Lymphgefässen im Inneren des Organs zu anastomosiren (Tomsa). Letztere sind wie gewöhnlich mit ihrem Verlauf an jenen des Arteriensystems gebunden; sie bilden zwischen den Arterien und deren Scheiden lockere Netze, welche sich bis in die Nähe der Arterienenden erstrecken. Nach den Beobachtungen Tomsa's dringen sie in die cytogenen Scheiden und deren umschriebene Auftreibungen ein, ein Netzwerk bildend, welches an der Peripherie dieser Gebilde von den Hohlräumen der anliegenden Pulpa nur unvollkommen abgegrenzt ist.

Nerven der Milz. Auch die Nerven der Milz begleiten das Arteriensystem in seinem Verlauf. Sie bestehen überwiegend aus Remak'schen Fasern. Sie scheinen wenigstens zum Theil in eigenthümlichen Apparaten zu endigen, welche die Capillarenden umhüllen (W. Müller). Diese Apparate bilden Ellipsoide, in deren grossen Achsen je ein Capillargefäss verläuft. Die Substanz der Ellipsoide besteht aus einer blassen, sehr feinkörnigen Substanz, in welcher oblonge Kerne eingebettet sind (Schweigger-Seidel, W. Müller). Sie sind stark entwickelt in den Milzen der Vögel und Raubthiere, nur angedeutet in jenen der Neger und des Menschen. In ihre körnige Masse treten feine Remak'sche Fasern ein, deren Endigungsweise noch nicht festgestellt ist. Sie bedürfen fernerer Untersuchung.

Entwicklung der Milz. Bei allen Wirbelthieren geht die Milz aus einem Abschnitt des Peritonäum hervor. Die Lage dieses Abschnitts ist bei den einzelnen Abtheilungen verschieden. Bei den Schlangen ist es der Bauchfellüberzug des oberen Endes des Pankreas, bei den Fischen, Fröschen und Schildkröten das Mesenterium des Dünn- resp. Dickdarms, bei den Salamandern, Sauriern, Vögeln und Säugethieren eine Verlängerung des Mesogastrium, aus welcher das Organ sich entwickelt. Die erste Anlage tritt auf in Form einer gleichförmigen Verdickung des Peritonäum, bedingt durch Vermehrung der dasselbe zusammensetzenden embryonalen Bildungszellen. Diese Verdickung erfolgt sehr früh; sie ist beim Menschen zu einer Zeit bereits nachweisbar, in welcher das Pankreas die ersten Sprossen aus seiner Anlage hervorgetrieben hat. In dieser Zeit lassen sich bereits Blutgefässe bis zur Milzanlage verfolgen (W. Müller [1]). Zwischen den embryonalen Zellen bemerkt man schon in diesem Zeitraum an Chromsäurepräparaten ein sehr zartes, blasses Netzwerk; ob dasselbe durch Auswachsen einzelner Zellen (Peremeschko) oder durch Abscheidung peripherischen Protoplasmas sämmtlicher Zellen zu Stande kommt, vermag ich nicht zu entscheiden. Die weitere Entwicklung erfolgt ziemlich rasch, so dass bei dem menschlichen Fötus von 8 Cent. Länge sämmtliche Bestandtheile bereits differenzirt sind. Es verlängern sich die unter dem Peritonäalepithel liegenden Zellen zu spindelförmigen, kernhaltigen Gebilden und ähnliche umgeben frühzeitig die grösseren Gefässe. Von beiden zweigen sich schmale Züge ab, welche gegeneinander wachsen und die Anlage des Balkensystems darstellen. Längs der Arterienzweige sind bereits dichtere Anhäufungen kleiner, kernhaltiger Zellen bemerkbar, welche an tingirten Präparaten durch ihre intensivere Färbung auffallen, den bei weitem überwiegenden Bestandtheil bildet jedoch die Pulpa. Sie besteht bereits aus Zellen mit 1—3 Kernen und einer zarten Intercellularsubstanz und bildet Netze, deren Interstitien allenthalben von Blutkörperchen erfüllt sind (Peremeschko, W. Müller). Nach Peremeschko kommt es fernerhin zur Entwicklung grösserer 2 bis 6 Kernen enthaltender amöboider Bewegungen fähiger Protoplasmakörper im Gewebe der Pulpa, welche gegen das Ende des Embryonallebens sich zurückbilden. Im weiteren Verlauf der Entwicklung nehmen sämmtliche Bestandtheile an Volum zu; ein Theil der spindelförmigen Zellen der Kapsel und Gefässscheiden wird zu glatten Muskeln. Die zellenreichen Arterienscheiden sondern sich deutlicher von der Pulpa; von der Mitte des Embryonallebens an sind Malpighi'sche Körper erkennbar. Die Hohlräume der Pulpa lassen sich um diese Zeit bereits künstlich injiciren (Peremeschko). Vom Beginn der Differenzirung der einzelnen Bestandtheile an erscheinen, wie Peremeschko richtig angegeben hat, die Zellen der Pulpa blasser und zarter als jene der Arterienscheiden; bei der Erklärung dieses Phänomens ist zu berücksichtigen, dass beide Bestandtheile aus verschiedenen Gewebsanlagen sich entwickeln,

---

1) Ihr Verhalten bei der ersten Anlage der Milz bedarf weiterer Untersuchung.

die Pulpa aus der Wandung der Venenanfänge, die Arterienscheiden mit den Malpighi'schen Körpern aus der die Arterien einhüllenden Bindesubstanz. Es ist von Wichtigkeit, diese Verschiedenheit festzuhalten, weil sie den Schlüssel zur Erklärung einer Reihe vergleichend anatomischer und pathologischer Beobachtungen liefert. Ueber die Entwicklung der Lymphbahnen und Nerven der Milz fehlt es zur Zeit an Beobachtungen.

Literaturverzeichniss.

1) Marcelli Malpighii opera. Londini 1686.
2) Frederici Ruyschii, opera. Amstelodani 1737.
3) Joh. Theod. eller, De liene in Haller's Dissert. anat. Vol. III.
4) Christ. Ludw. Roloff, De fabrica et functione lienis. Halae 1750.
5) De la Lône, Sur la rate. Histoire de l'Académie. 1754.
6) J. F. Lobstein, De liene. Argentor. 1784.
7) Guilelmi Hewsonii, Opus posthumum. Lugd. Bat. 1785.
8) J. P. Assolant, Recherches sur la Rate. Paris 1800.
9) A. Moreschi, Del verso e primario uso della milza. Milano 1803. De vasorum splenicorum constitutione. Mediol. 1817.
10) Joh. Müller, Ueber die Structur der eigenth. Körperchen in der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1834.
11) J. Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. — Zeitschrift für ration. Medizin. 3. Reihe. Bd. VIII.
12) Schwager-Bardeleben, Disquisit. microscop. de glandul. ductu carentium structura. Berolini 1841.
13) Krause, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1842.
14) Oesterlen, Beiträge zur Physiologie des gesunden und kranken Organismus. Jena 1843.
15) Atto Tigri, Nuova disposizione dell' aparecchio vascolare sanguigno della milza umana Bologna 1847. — Il Progresso 1849. — Gazetta medica italiana. Tom. III. 1853.
16) A. Köllicker, Art. Spleen in Todd's Cyclopaedia, London 1849. Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1867. 5. Auflage.
17) A. Ecker, Art. Blutgefässdrüsen in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig 1849.
18) Schaffner, Zur Kenntniss der Malpigh. Körperchen der Milz. Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. VII. 1849.
19) William Sanders, On the structure of the Spleen. London 1850.
20) R. Remak, Ueber runde Blutgerinsel und pigmenthaltige Zellen. Archiv für Anat. und Physiol. 1852.
21) Hyghes Bennett, On the function of the Spleen. Monthly Journal of medical Science. Edinb. 1852.
22) Franz Leydig, Beiträge zur mikrosk. Anatomie der Rochen und Haie. Leipzig 1852. — Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853.
23) Rudolph Virchow, Zur patholog. Physiologie des Blutes. Archiv für pathol. Anatomie. Bd. V. 1853.
24) Thomas Huxley, On the ultimate Structure and Relations of the Malpigh. bodies. Quat. Journal of micr. Science II. London 1854.
25) Henry Gray, On the Structure and Use of the Spleen. London 1854.
26) Goëthius Stinstra, Commentatio physiologica de funct. lienis. Groningen 1854.
27) F. Führer, Ueber die Milz und einige Besonderheiten ihres Capillarsystems. Archiv für physiol. Heilkunde. 13. Jahrgang 1854.
28) A. Sasse, De Milt. Amsterdam 1855.
29) Edwards Crisp, A treatise on the Structure and Use of the Spleen. London 1857.

30) Theodor Billroth, Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1857. — Zur normalen und pathol. Anat. der Milz. Archiv für pathol. Anat. XX und XXIII. — Neue Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Milz. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XI.

31) O. Meissner, Zeitschrift für rat. Medicin. 3. Reihe II.

32) L. Fick, Zur Mechanik der Blutbewegung in der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1859.

33) Sappey, Tract. d'anatomie. 1859.

34) Heinrich Frey, Histologie und Histochemie des Menschen. 2. Auflage. — Das Mikroskop. Leipzig 1867.

35) Nicolaus Kowalewsky, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen und die Malpigh. Korper der Milz. Archiv für pathol. Anat. XIX. XX.

36) F. Grohe, Beiträge zur pathol. Anat. und Physiol. Archiv für pathol. Anat. XX.

37) Ludwig Teichmann, das Saugadersystem. Leipzig 1861.

38) Axel Key, Zur Anatomie der Milz. Archiv für pathol. Anat. XXI.

39) E. Sivén, Om mjeltens anatomi och fysiologi. Dissert. inaug. Helsingfors 1861.

40) Fr. Schweigger-Seidel, Untersuchungen über die Milz. Archiv für pathol. Anat. XXIII und XXVII.

41) Ludwig Stieda, Zur Histologie der Milz. Archiv für pathol. Anat. XXIV. — Ueber das Capillargefässsystem der Milz. Dorpat 1862.

42) A. Timm, Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe XIX.

43) W. Basler, Einiges über das Verhalten der Milzgefässe. Würzburger med. Zeitschrift IV.

44) W. Tomsa, Ueber die Lymphgefässe der Milz. Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien. 1863.

45) Wilh. Müller, Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865.

46) Peremeschko, Beitrag zur Anatomie der Milz und Ueber die Entwicklung der Milz. Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien. 1867.

Capitel XI.

Die Thymusdrüse.

Von

E. Klein.

Bei Menschen und Säugethieren im jugendlichen Zustande liegt hinter dem oberen Theile des Sternums und theilweise durch die incisura jugularis an die unterste Halsregion heranreichend ein kuchenartiger, gelappter Körper, die Thymusdrüse genannt, der seinem Baue nach an die peripheren Lymphdrüsen anzureihen ist. Er wird umhüllt von einer Kapsel, welche durch Bindegewebsbündel und Gefässe mit dem Organ nicht sehr innig verbunden ist, und die übrigens mit der Grösse desselben an Mächtigkeit zunimmt. Die Zahl und Grösse der Lappen variirt in ziemlich breiten Grenzen. Beim Hunde, beim Schweine und bei der Katze kommen gewöhnlich nur zwei ungleich grosse, neben einander liegende Lappen vor, welche nach aussen und unten in ihren Rändern zugeschärft, dort aber, wo sie miteinander zusammenhängen, bedeutend verdickt sind. Beim Kalbe hingegen besteht sie aus zwei ovalen, kuchenförmigen, an den Rändern nicht zugeschärften Lappen von nahezu gleicher Grösse, welche durch ein cylindrisches kurzes Zwischenstück mit einander verbunden sind. Die Thymus des neugebornen Menschen hinwiederum zeigt zwei oder drei Lappen; im letzteren Falle sind diese so angeordnet, dass einem centralen dickeren Lappen sich jederseits ein bald grösserer, bald kleinerer anlegt. —

Sowohl die einzelnen Lappen der menschlichen Thymus als auch der des Hundes, der Katze und des Schweines können kleinere Anhängsel besitzen, sowie die Einschnitte, durch welche die Lappen der Thymus hervorgebracht werden, bald tiefgreifend, bald weniger deutlich ausgesprochen sind.

Ein jeder Lappen wird durch kleinere unter Winkeln zusammenstossende Furchen in die einzelnen Läppchen, und diese wieder in die letzten Abtheilungen, acini, Alveolen, Körner, richtiger Follikel geschieden. —

Die Kapsel zeigt den gewöhnlichen Bau bindegewebiger Membranen: ihre Elemente sind: wellig verlaufende, zu kleineren und grösseren Bündeln vereinigte Bindegewebsfasern, die sich in allen Richtungen durchflechten, um auf diese Weise eine ziemlich resistente Membran zu bilden; ferner feine elastische Fäserchen, die theils netzartig zusammenhängen, theils in stark geschlungenem Verlaufe zwischen den Bindegewebsbündeln unregelmässig hinziehen; dann prachtvolle, breite, stark glänzende Bänder, die sich durch ihre Schlängelung und Widerstandsfähigkeit gegen Säuren auszeichnen und die im Allgemeinen ziemlich selten sind; und endlich zellige Elemente. Es sind diese entweder den farblosen Blutkörperchen ähnliche, oder mit Fortsätzen versehene sogenannte sternförmige Zellen oder grössere schön granulirte, unregelmässig gestaltete, meist einen kleinen, rundlichen, glänzenden Kern tragende Gebilde. An der äusseren, dem Thoraxraume zugekehrten Fläche der Kapsel lässt sich ein einschichtiges Pflasterepithel von derselben Form und Beschaffenheit wie am Peritoneum mit Leichtigkeit nachweisen: es sind polyëdrische oder wenig in die Länge gezogene, rhombische Zellen mit einem blasigen, rundlichen oder elliptischen Kerne im Innern.

Breitet man ein Stück der vorsichtig abgezogenen Kapsel einer frischen Hundethymus unter Zusatz einer indifferenten Flüssigkeit auf dem Objectträger aus und betrachtet es mit starker Vergrösserung, so kann man nebst den angeführten Elementen, noch die tiefliegende, zierliche Blutgefässvertheilung, ferner die nicht sehr zahlreichen Stämmchen markhaltiger Fasern und endlich noch eigenthümliche Räume finden. Da wo sich zwei oder mehrere stärkere Bindegewebsbündel kreuzen, begegnet man solchen grossen, meist länglichen, an den Begrenzungslinien etwas ausgebauchten Räumen, die von einer einschichtigen Reihe spindeliger, unverhältnissmässig grosser Zellen begrenzt sind, und in deren nächster Umgebung das Gewebe gleichsam als selbständige Wand nur sehr wenig verdichtet erscheint; offenbar haben wir es hier mit zu dem Lymphgefässsystme gehörigen Räumen zu thun, von denen nicht ganz genau zu entscheiden ist, ob sie einfache Lymphsee oder weite dünnwandige Lymphgefässe vorstellen; auffallend ist es, dass die Menge der Lymphkörperchen, die in ihnen angetroffen werden, äusserst gering ist, und zu der Grösse des Lumens in gar keinem Verhältnisse steht.

Das Gewebe, welches die einzelnen Follikel der Thymusdrüse begrenzt, und von der Oberfläche der einzelnen Läppchen aus in die Tiefe dringt, ist ein Bindegewebsmaschenwerk, das, wie dies namentlich bei der Hundethymus sehr schön zu sehen ist, im Allgemeinen aus feineren Fasern besteht, die zu zierlichen rhombischen Maschen angeordnet sind; überall sind letztere mit mehr oder weniger dicht liegenden grösseren Zellen erfüllt und erscheinen diese dort, wo die Follikel frei begrenzt und nicht mit einander confluiren, kleiner und gedrängter, indem das Gewebe sich wie zu einer Kapsel verdichtet.

Was die einzelnen Follikel betrifft, so sind sie entweder ringsherum genau

begrenzt, wie dies sehr häufig beim Kalbe angetroffen wird, oder mehrere derselben sind gegen die Tiefe mit einander verschmolzen, wie beim Hunde und Menschen. Im Ganzen genommen gleichen sie in ihrer Anordnung den im Darme vorkommenden PEYER'schen Plaques.

Die Form der einzelnen Follikel ist länglich, rundlich oder polyedrisch; die der Oberfläche näher gelegenen sind stets grösser als die tieferen; beim Hunde und Kalbe sind die meisten elliptisch.

Den feineren Bau anlangend, treffen wir genau dieselben Elemente und ihre gegenseitige Anordnung wie bei den Lymphfollikeln im Allgemeinen: Nach HIS[1] dringen von den in den Septis verlaufenden Gefässen feine Stämmchen, fast nur Capillaren, ringsherum in die Follikel ein, die mit einander anastomosirend ein nicht sehr engmaschiges Netz bilden; zwischen diesen und im Zusammenhange mit ihnen und mit dem Bindegewebe der Septa findet sich ein äusserst dichtes, dabei sehr zartes Netzwerk ausgespannt, das zum grössten Theile durch vielfach verzweigte und mit einander anastomosirende Zellen gebildet wird und ganz mit Lymphzellen erfüllt ist; ferner engmaschige Netze, die den eben erwähnten sehr ähnlich sehen, von ihnen aber durch den Mangel von Zellen und dadurch, dass ihre Balken besonders an den Knotenpunkten breiter sind, sich unterscheiden. Diese engmaschigen Netze sind die Fortsetzungen der interalveolaren oder interfolliculären Lymphgefässe. Endlich kommen als dritte Form der Trabeculargebilde stärkere langgestreckte Fäden vor, welche zwischen den benachbarten Gefässen oder zwischen diesen und den Bindegewebsseptis ausgespannt sind; sie sind wenig verzweigt, setzen sich mit kegelförmiger, oft faserig gestreifter, kernführender Basis an die Gefässe und haben nicht selten inmitten ihres Verlaufes eine kernhaltige Anschwellung.

Den Inhalt der Follikel resp. der Trabeculargebilde bilden Zellen, die ihrer Grösse nach in drei Kategorien getheilt werden können: erstlich finden sich, und diese bilden den Hauptbestandtheil, gewöhnliche Lymphkörperchen; zweitens grössere, grob granulirte, rundliche, ein- oder mehrkernige Protoplasmakörper, und endlich drittens die HASSALL'schen concentrischen Körperchen[2], von denen ECKER wieder zwei Formen unterscheidet: einfache und zusammengesetzte; die ersteren sind rundliche Blasen von 0.0075—0.009''' Durchmesser, welche im Innern der concentrisch gestreiften Hülle bald nur eine homogene, fettig schillernde Masse, bald daneben noch einen Kern oder ein körniges Conglomerat enthalten; die letzteren sind bis 0.027''' gross und bestehen aus mehreren einfachen Blasen, die von einer gemeinsamen, ebenfalls concentrisch gestreiften Hülle umgeben und zu einem Ganzen verbunden sind; beide Arten der concentrischen Körper kommen nach ECKER in jedem

1) HISS: Beiträge zur Kenntniss der zum Lymphsysteme gehörigen Drüsen; SIEBOLD und KÖLLIKER's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 10. S. 333.

2) ECKER: Blutgefässdrüsen in R. WAGNER's Handwörterbuch Bd. 4. S. 115.

Entwicklungsstadium, am reichlichsten jedoch nach der Reife der Thymusdrüse vor.

Gefässe: Beim Kalbe und beim Menschen lösen sich die grösseren Stämme, die in den Septis der einzelnen Follikel verlaufen, in zahlreiche Aeste auf, welche die Follikel allseitig umspinnen[1]); die Arterien senden von hier aus in das Innere derselben Capillaren, welche mit vielen Queranastomosen sich verbinden und nach radialem Verlaufe in Ringsgefässe auslaufen; letztere reichen gewöhnlich nicht bis zur Mitte der Follikel, sondern gehen in die Venenwurzeln über, aus welchen sich das die arteriellen Gefässe dicht begleitende venöse System entwickelt.

Etwas verschieden davon ist die Ausbreitung der Gefässe in der Thymus des Hundes, indem hier von den in den Septis liegenden grösseren Stämmen Aeste in das Innere der Follikel eindringen, um sich nach aussen in das den Follikel ganz ertüllende Capillarmaschenwerk aufzulösen[2].

Die sehr weiten, nur mit Lymphzellen gefüllten Räume, welche in dem die Follikel begrenzenden Gewebe liegen, stehen durch feinere Gefässe mit dem centralen Theile der Follikel in Verbindung. His hält die eben genannten Räume für Lymphgefässe; nach meinen Beobachtungen muss ich es jedoch dahingestellt sein lassen, ob dies einfach Lymphgefässe oder die Follikel umgebende Sinuse sind. —

Nach älteren Angaben[3] sollten die einzelnen Follikel hohle Bläschen sein, die aussen von einer structurlosen, innen von einer bindegewebigen Membran begrenzt und die alle mit einem gemeinsamen Centralkanale in Verbindung stehen sollten.

Jendrássik[4] hat gezeigt, dass die Elementartheile der Thymusdrüse solide Lymphfollikel sind, in deren centralem Theile durch Erweichung eine Höhle zu Stande kommt. Ich finde diese Höhle nur in den Follikeln der menschlichen und der Kalbsthymus und da nicht immer; der centrale Theil der Follikel, der beim Menschen und Kalbe meist nur aus Zellennetzen mit eingelagerten Lymphkörperchen besteht, fällt, nach langsamer Härtung erweicht, bei der Präparation leicht heraus.

Was die physiologische Form der Involution der Thymus anlangt, so besteht sie nach His in einer allmähligen Verödung und Verdrängung des Drüsengewebes durch Fettablagerung, welche von den Septis und der Oberfläche der Follikel allmählig gegen das Innere der letzteren vorschreitet; auch in den frühesten Perioden, wo von Involution noch nicht die Rede sein kann, finden sich in den Scheidewänden der Follikel vereinzelte kleinere Fettzellengruppen.

1) Ecker l. c. und His l. c. 2) Kölliker: Gewebelehre S. 485.

3) J. Simon: A phisiological Essay on the thymus gland. London 1845. 4; Gerlach Gewebelehre. Mainz. 8. Lieferung 2 u. 3; Ecker l. c.

4) Jendrassik: Anatomische Untersuchungen über den Bau der Thymusdrüse. Juliheft der Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. 1856.

Capitel XII.

Die Schilddrüse.

Von

E. Verson.

Man unterscheidet an der Schilddrüse ein bindegewebiges Gerüste, welches sich nach aussen zu einer mehr oder minder mächtigen Umhüllungshaut verdichtet, und auch das Innere des Organs in stärkeren Zügen durchzieht — und ferner die vom Gerüste getragenen Drüsenblasen, welche, wie der Name sagt, den Drüsenacinis ähnliche, aber ganz abgeschlossene, blasenartige Gebilde darstellen.

Die Blasen der Schilddrüse werden zunächst von einer dünnen, durchsichtigen, hyalinen Haut constituirt, welche auf ihrer Innenfläche ein zusammenhängendes Epithel trägt. Die Zellen dieses letzteren sind einfach geschichtet und erscheinen an frischen, nicht gezerrten Präparaten, höher als breit, und sind mit einem rundlichen Kern versehen, der selbst wieder ein oder mehrere Kernkörperchen einschliessen kann. In diesem Zustande trifft man aber das Blasenepithel nur bei ganz jungen Individuen, und wenn man es, frisch dem lebenden Thiere entnommen, unter das Mikroskop bringt. Schon nach kurzer Zeit, ja unter den Augen des Beobachters, sieht man nun die freien Zellwände sich kantig hervorwölben, und allmälig entwickeln sich vom Körper der Epithelzellen rundliche, zähe, klebrige und hyaline Tropfen, welche im Centrum des Blasenraumes nach längerer Zeit zusammenfliessen können, gewöhnlich aber immer noch zarte Begrenzungslinien zwischen sich erkennen lassen, die dem ausgetretenen, zu einem Klumpen verschmolzenen Zelleninhalte ein facettirtes Aussehen verleihen. Bevor diese Tropfen im Centrum inniger verschmelzen, zeichnen sie den bis dahin zurückgelegten Weg häufig durch fadenartige Fortsätze, die theilweise an den Zellwänden haften. Dieser Inhalt ist es auch, der im höheren Alter, und unter pathologischen Verhältnissen sich zu Colloid umwandelt, während er ursprünglich nur das Product eines physiologischen Prozesses, darstellt.

Die Grösse der einzelnen Drüsenblasen schwankt innerhalb sehr weiter

Grenzen, und man findet auch bei Erwachsenen Blasen, die von viel geringerem Durchmesser sind, als die grösseren von Neugebornen. Es scheint, dass im extrauterinen Leben der weitere Wachsthum der einzelnen Drüsenblasen, insofern solches überhaupt statt hat, sehr gering anzuschlagen ist. Dagegen finde ich dieselben bei einem 5—6monatlichen menschlichen Embryo von nur 0.0252—0.0336 Millim. Durchmesser, während ihr Durchmesser bei Neugebornen schon 0.1—0.16 Millim. beträgt, bei Erwachsenen bis über 0.2 Millim. ansteigen kann. Zur Untersuchung ganz besonders geeignet sind die Drüsenblasen der Schildkröte, welche ungefähr 0.14—0.27 Millim. und darüber messen. Säugethiere besitzen im Allgemeinen viel kleinere Blasen, welche sich zuweilen bei weiterem Wachsthum derart aneinander drängen, dass die zwischen ihnen verlaufenden Capillaren durch Einstülpung der Blasenwände sich Raum schaffen müssen. Solche Bilder fand ich sehr häufig beim Hunde; die Blasenwände bilden dann leistenartige Vorsprünge nach innen, welchen die Epithelzellen wie die Schlusssteine eines Gewölbes aufsitzen.

Noch sei erwähnt, dass die grösseren Blasen die Mitte der einzelnen Läppchen, oder wo solche nicht vorhanden sind, die Mitte der ganzen Schilddrüse einnehmen, während sie an der Peripherie viel kleiner, gedrängter und demgemäss auch abgeplattet erscheinen. —

Die Epithelzellen selbst sind, wie schon erwähnt, immer etwas höher als breit, variiren übrigens nach Alter und Thierspecies nicht bedeutend. So waren sie beispielshalber bei dem 5—6monatl. Embryo 0.006—0.0095 Millim. hoch, 0.004—0.005 Millim. breit; beim Erwachsenen erreichen sie eine Höhe von 0.01—0.16 Millim.; beim Hunde von 0.008—0.0126 Millim.; beim Kalbe von ungefähr 0.0105 Millim; bei der Schildkröte von 0.0168 Millim. u. s. f.

Das Gerüste der Schilddrüse ist eine directe Fortsetzung der äusseren Umhüllungshaut, und besteht ebenso wie diese aus Bindegewebsbündeln mit reichlich beigemischten elastischen Fasern und Bindegewebskörperchen, welche meist spindelförmig oder verästigt erscheinen. Stellenweise durchsetzt es das ganze Organ in stärkeren Zügen, welche einestheils mit der Umhüllungshaut zusammenhängen, anderntheils grössere Gruppen von Drüsenbläschen absondern. In solcher Weise zerfällt die Schilddrüse vom Menschen in verschieden grosse, primäre und secundäre Knollen, deren Abgrenzung schon äusserlich durch seichte Furchen erkennbar ist. In anderen Fällen dagegen können diese stärkeren sepimenta auch fehlen, und das ganze Drüsenorgan stellt dann ein zusammenhängendes Ganze dar.

Das bindegewebige Substrat zwischen den einzelnen Drüsenbläschen der Knollen ist sehr spärlich und man hat zuweilen Mühe, zwischen den Wänden der anstossenden Bläschen einzelne Fasern in Begleitung der Capillaren zu entdecken; reichlicher treten solche nur zwischen den peripheren Blasen in der Nähe der Umhüllungsmembran auf. Isolirt man durch Nadeln frische Blasen von Schildkröte, so findet man dieselben von einem feinen Faserwerk umsponnen, welches häufig verästigte Zellen trägt.

Die Arterien dringen in starken Aesten, welche sich von der Art. thyreoidea abzweigen, in das Innere der Schilddrüse ein, wobei sie mit den bindegewebigen Scheidewänden der Knollen oder Läppchen verlaufen. Von ihnen treten weitere Zweige ab, welche sich an die secundären Septa halten, und diese lösen sich endlich in 0.006—0.01 Millim. starke Capillaren auf, welche die einzelnen Drüsenblasen umnetzen, um sich dann wieder zu Venen zu vereinigen, welche aussen an der Bindegewebsscheide durch die Weite ihres Lumens und die verhältnissmässige Dünnheit ihrer Wände auffallen.

Die Lymphgefässe beginnen nach Frey mit blinden Canälen zwischen den Drüsenblasen, welche rings um die Läppchen sich zu Maschen vereinigen und endlich als staatliche Gefässe die Oberfläche des Organs betreten. Von Nerven trifft man stärkere Stämmchen dunkelrandiger Fasern an, welche sich jedoch streng an die Gefässe halten.

Beim Menschen erscheint die Schilddrüse meist aus zwei seitlichen und einem mittleren Lappen zusammengesetzt, die durch Bindegewebe an einander gehalten werden. Andere Säugethiere (Hund, Kalb, Pferd etc.) besitzen eine Schilddrüse, welche aus zwei getrennten, an beiden Seiten der Trachea liegenden Lappen besteht. Ein einziger medianer Lappen kommt bei Amphibien und Vögeln vor, und rückt dann in die Brusthöhle herab. —

Literaturverzeichniss.

Panagiotides und Wagener in Fror. Not. Bd. XL.; Panagiotides, De glandulae thyreoideae structura penitiori. Berolin. 1847. Diss.; Ecker, Versuch einer Anatomie der prim. Formen des Kropfes etc. in Henle und Pfeufer's Zeitschrift f. rat. Med. Bd. VI; Schaffner, Zur Histologie der Schilddrüse und Thymusdrüse, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII; Rokitansky in Zeitschr. der Wiener Aerzte 1847, und Denkschriften d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. I. 1850; Kohlrausch, Beiträge zur Kenntniss d. Schilddrüse in Müller's Archiv 1853; Eulenberg, Untersuch. über die Schilddrüse in Archiv d. Vers. f. gem. Arbeit, Bd. IV; Frey im VIII Bde. d. Viertelj. d. naturf. Ges. in Zürich.

Capitel XIII.

Vom Blut.

Von

Alexander Rollett.

Das rothe Blut der Wirbelhiere besteht zum Theile aus einem flüssigen Lösungsgemenge verschiedenartiger Substanzen — dem Blutplasma — zum Theile aus sehr kleinen körperlichen Gebilden von selbständiger Gestalt.

Die letzteren sind so zahlreich in dem flüssigen Medium enthalten und so gleichmässig darin vertheilt, dass auch die Zwischenräume der Körperchen von mikroskopischer Kleinheit sind, wodurch das frische Blut für das blosse Auge das Ansehen einer homogenen rothen Flüssigkeit bekommt. Die selbständig gestalteten Körperchen stimmen nicht alle in ihren Eigenschaften mit einander überein, es lassen sich vielmehr einige verschiedene Arten derselben unterscheiden.

Vor Allem kann man gefärbte und farblose Formen von einander trennen, von denen die ersteren im normalen Blute die letzteren an Zahl übertreffen.

Unter einander stimmen die gefärbten mehr überein, als die farblosen, die man selbst wieder in mehrere Abtheilungen bringen muss.

Das Blutplasma erscheint in mikroskopisch dünnen Schichten im frischen Zustande farblos. Aus ihm scheidet sich, wenn ein Blutstropfen einige Zeit aus dem lebenden Thierorganismus entfernt ist, der Faserstoff in fester Form aus. In Bezug auf die Blutgerinnung [1]) soll hier nur das mikroskopische Erscheinen des Faserstoffgerinnsels hervorgehoben werden. Das Fibrin scheidet sich entweder in zarten unter verschiedenen Winkeln sich kreuzenden Fasern aus, wenn überhaupt geringe Mengen oder grössere Mengen nur sehr allmählig, wie dies manchmal im Blute der Kaltblüter der Fall ist, auftreten; oder es gesteht, wenn grössere Fibrinmengen sich rasch ausscheiden, der ganze

1) Vergleiche KÜHNE, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866 p. 162—174.

Blutstropfen, ohne dass eine Aenderung des mikroskopischen Bildes zu bemerken wäre. In diesem Falle überzeugt man sich erst durch Verschiebung oder Zerzupfen von der eingetretenen Gerinnung.

Ueberlässt man dagegen einen Blutstropfen, der zum Zwek dieser Untersuchungen am besten auf der unteren Seite des Deckgläschens hängend in eine feuchte Kammer gebracht wird, einige Zeit sich selbst, so beobachtet man, wie sich das die Körperchen einschliessende Gerinnsel von den Rändern des Tropfens zurückzieht und eine allmählig an Breite zunehmende Zone von klarem Serum ausscheidet.

Erst durch Zerzupfen des Gerinnsels und Auslaugen desselben mit Wasser, gelingt es auch hier, Streifen und Züge von geronnenem Fibrin zu isoliren.

Das Fibringerinsel erweist sich unter dem Polarisationsmikroskop als doppelbrechend.

Auf das Verhalten der Blutkörperchen bei der Fibringerinnung werden wir noch später zurückkommen.

Die rothen Blutkörperchen. Ein kurzgefasster Lehrsatz über den Bau dieser Gebilde, der durch die nachfolgenden Angaben als giltig demonstrirt werden könnte, lässt sich an die Spitze dieses Abschnittes nicht stellen.

Nachdem die Blutkörperchen einmal von SWAMMERDAM (beim Frosch 1658) von MALPIGHI (beim Igel 1661) und von LEEUWENHOEK (beim Menschen 1673) gesehen worden waren, wurde vielleicht mehr als über irgend ein anderes Gewebeelement des Thierkörpers gerade über die rothen Blutkörperchen Erfahrung um Erfahrung gesammelt. Es ist aber bis jetzt nicht gelungen, mittelst des Mikroskopes Einrichtungen an denselben aufzudecken, mit welchen sich alle oder auch nur die Mehrzahl der an den Blutkörperchen zu beobachtenden Erscheinungen erklärend vereinigen liessen.

Mit anderen Gewebeelementen verglichen, erscheinen die rothen Blutkörperchen so eigenartig, sie sind durch zahlreiche, oft unscheinbare äussere Einflüsse so leicht und nachhaltig und unter so überaus mannigfaltigen und besonderen Erscheinungen veränderlich, dass man Behauptungen, die nach blossen Analogieschlüssen aufgestellt wurden, nur das gerechteste Misstrauen entgegensetzen kann.

Es ist entschieden vorzuziehen, sich erst über die directen Resultate der an den Blutkörperchen anzustellenden Versuche und Beobachtungen zu belehren, als sich von vornherein unter dem Bann unfertiger Theorien die unbefangene Betrachtung der Erscheinungen zu verkümmern. Diesem Grundsatze gemäss soll erst am Ende der folgenden Darstellung auf die Ansichten einge-

---

1 Ueber die ältere Literatur vergleiche MILNE EDWARDS Leçons sur la physiologie et l'Anatomie comparée etc. Paris 1857, Tom I, p. 41 etc.

gangen werden, welche auszusprechen einzelne Histologen auf Grund ihrer Erfahrungen sich berechtigt glaubten.

Gestalt und Farbe. In der ganzen Reihe der Wirbelthiere treten die rothen Blutkörperchen in zwei typisch verschiedenen Gestalten auf.

Sie stellen dünne Scheiben mit entweder nahezu kreisförmigem oder aber elliptischem Umriss ihres grössten Querschnittes dar.

Die kreisförmigen finden sich beim Menschen und den Säugethieren mit Ausnahme der Gattungen Camelus und Auchenia.

Diese letzteren haben, wie alle Vögel, Amphibien und die meisten Fische elliptische Blutkörperchen.

Unter den Fischen sind nur einige Cyklostomen (Petromyzon, Amocoetes) bekannt, welche wieder Kreisscheiben besitzen.

Ein kleiner Blutstropfen vom Menschen, so rasch wie möglich in dünner Schicht unter das Mikroskop gebracht, zeigt vor Allem die dicht gedrängt liegenden farbigen Körperchen.

Ihre Farbe rührt von Hämoglobin [1]) her. Das einzelne Körperchen erscheint aber nicht roth, wie das rein dargestellte Hämoglobin oder dessen concentrirte Lösungen, sondern es zeigt, ob seiner geringer Dicke gelbe oder grüne Farbentöne, wie man solche genau eben so erhalten kann, wenn man dünne Schichten concentrirter oder dicke Schichten verdünnter, wässeriger Hämoglobinlösungen, sei es des Oxyhämoglobin oder des reducirten Hämoglobin oder eines bestimmten Gemenges beider untersucht. Nur Haufen von Blutkörperchen zeigen unter dem Mikroskop die rothe Blutfarbe.

An wenigen übereinander gelagerten Blutkörperchen, wie sie in jedem kleinen Tröpfchen Blut zufällig gefunden werden können, sieht man auch, wie F. Hoppe [2], Preyer [3] und Stricker [4] gezeigt haben, die für das Hämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen, wenn man mit dem Mikroskope einen Spectralapparat in geeigneter Weise verbindet. Stricker hat auch im Mikrospectrum den Wechsel der Oxyhämoglobinstreifen und des Streifens des reducirten Hämoglobin beim Wechsel von Θ und $C\Theta_2$ über dem Blutpräparate demonstrirt.

Dass die rothen Blutkörperchen die Träger des Blutfarbestoffes sind, verleiht ihnen ihre uns erkennbar grösste Bedeutung für den Gesammtorganismus wegen der Rolle, welche das Hämoglobin beim Austausch der Athemgase spielt.

Was die Gestalt der Blutkörperchen im mikroskopischen Bilde des frischen Bluttropfens anlangt, so sieht man die meisten einzeln liegenden Körperchen von fast kreisrunden Contouren eingefasst und von nahe übereinstimmender Grösse, Fig. 66 *a*. Welche Deutung man diesem Bilde zu geben hat, davon

---

1) Vergleiche darüber Kühne, Lehrbuch der physiolog. Chemie. Leipzig, 1866. p. 196 u. s. f.
2) Virchow's Archiv, Bd. XXIII. p. 446.
3) Max Schultze's Archiv, Bd. II, p. 92. 4) Pflüger's Archiv 1868. p. 651.

überzeugt man sich zunächst am besten dadurch, dass man, etwa durch leichte Stösse gegen das Deckgläschen, die Blutkörperchen zum Flottiren bringt. Sie bieten dann häufig abwechselnd das frühere Bild und gleich darauf wieder ein völlig anderes dar. Es erscheint ein kurzes Stäbchen an den Polen abgerundet, in der Mitte der langen Seiten etwas eingebogen, mit einem Löffelbisquit oder dem nach der Axe geführten Durchschnitt einer Biconcavlinse vergleichbar Fig. 66 *b*. Ein solches Körperchen legt sich dann wieder um, stellt sich wieder auf den Rand, kurz, macht unmittelbar den Eindruck einer wälzenden Scheibe mit durch tellerförmigen Eindruck der Endflächen verdünnter Mitte und gegen beide Flächen hin abgerundetem Rand. Ein körperliches Modell des Blutkörperchens könnte man sich ungefähr durch Umdrehung der Curve *c c c* Fig. 67 um die Axe *a b* entstanden denken.

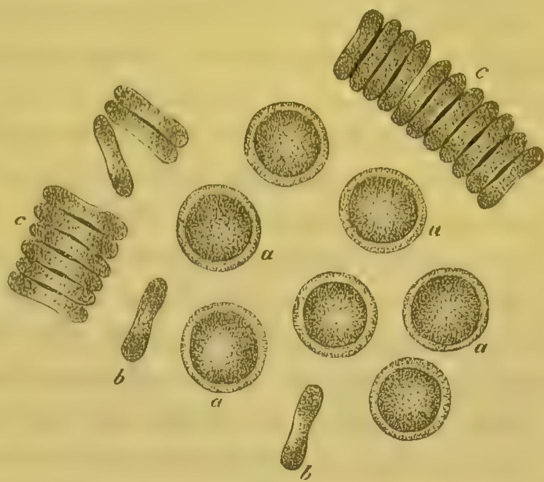


Fig. 66.

Man hat diese Form der Blutkörperchen auch die Napfform genannt.

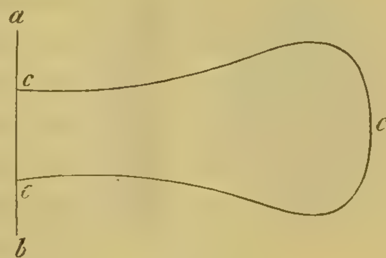


Fig. 67.

Hat man sich die Ueberzeugung von dem wechselnden Bilde desselben Blutkörperchens einmal verschafft, dann versteht man auch die in jedem Blutstropfen, wenn auch in geringer Anzahl von vornherein vorhandenen, auf dem Rand der Scheibe stehenden Formen. Seitenansichten der Blutkörperchen kommen aber häufig auch in grosser Zahl unmittelbar zur Beobachtung. Dann, wenn die Körperchen mit ihren breiten Flächen gruppenweise aneinander kleben. Es erscheinen dann schnurförmige Gebilde, an den Seiten nach Art einer Geldrolle gezeichnet. Fig. 66 *c c*. Die Ursache für diese im frischen Blut nicht selten vorkommende geldrollenartige Gruppirung ist noch nicht aufgedeckt. Innerhalb der Gefässe kommt sie nicht vor. Sie findet sich nicht im frisch abgelassenen Blute allein, sondern auch in Blut, dessen Fibrin sofort ausgeschlagen wurde, und welches dann durch längere Zeit gestanden hat[1].

Ausser den eben beschriebenen Blutkörperchen, welche die gewöhnliche und an Zahl überwiegende Form darstellen, fand M. Schultze[2] in seinem und im Blute einiger anderer Personen constant eine geringe, nach den Tageszeiten schwankende Zahl kleiner, kugeliger und auch in ihren anderweitigen

1) Vergleiche Rollett, Wiener academische Berichte, Bd. L. Abth. II. p. 183.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. I. p. 35.

Eigenschaften etwas abweichender Blutkörperchen und von diesen allmählige Uebergänge zu den gewöhnlichen. Nach Lehmann's[1] oft citirter, aber der Controle sehr bedürftiger Angabe enthält das Lebervenenblut kleinere und mehr kugelige Körperchen, während in der Pfortader die gewöhnliche Form sich findet.

Die Oberfläche der gewöhnlichen Formen erscheint glatt, und die Substanz der Scheibe zeigt in ihrem Innern keinerlei auf einen Wechsel der Brechungsindices deutende Zeichnung. Es findet aber in jedem Radius der Scheibe ein Wechsel der Farbe und Helligkeit statt. Bei jener Einstellung des Mikroskopes, bei welcher der Durchmesser am breitesten und der Rand der Scheibe scharf erscheint, ist die Mitte hell, dann folgen gegen den Rand hin dunklere Partieen, auf welche unmittelbar vor dem Rande wieder ein heller Ring folgt. Das erklärt sich aus der Vertheilung, welche das durchfallende Licht in der Einstellsebene des Mikroskopes erfährt, wenn es von krummen Flächen begrenzte Körper passirt[2].

Anders als das Bild des menschlichen Blutes gestaltet sich das Bild von Thierblut mit elliptischen Blutkörperchen. Ausser dem elliptischen Umriss der Flächenansicht der Scheibe, Fig. 66*a*, beobachtet man wenigstens bei den Vögeln, Amphibien und Fischen auch ein anderes Bild, wenn die Scheibe auf dem Rande steht.

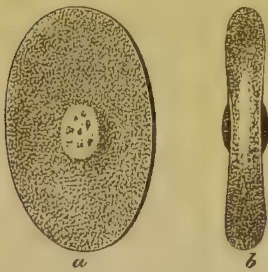


Fig. 68.

Der nach der längsten Axe gehende optische Durchschnitt erscheint ebenfalls schmal und lang und an den Enden abgerundet. Die langen Seiten aber sind in ihrer Mitte mit einem Vorsprunge versehen. Fig. 68*b*. Dieser Vorwölbung entspricht in der Flächenansicht ein nahebei in der Mitte der Scheibe befindlicher heller und im Vergleich mit der übrigen gefärbten Masse des Körperchens weisslich erscheinender Fleck, Fig. 68*a*. Derselbe ist bald mehr rund (Vögel), bald mehr elliptisch (Frosch, Triton, Landsalamander), oft ist er ganz glatt, häufig aber auch mit einer feinen Zeichnung von dunklen Pünktchen oder Strichelchen versehen.

Dieser Fleck entspricht einem Gebilde, welches in den entwickelten Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere kein Analogon besitzt, welches sich völlig anders verhält, als die Substanz des übrigen Körperchens und mit den in zahlreichen anderen Zellen des Thierleibes als Zellenkern beschriebenen Gebilden eine mindestens eben so grosse Uebereinstimmung zeigt, als die Kerne der verschiedenartigen anderen Zellen untereinander. Darum wollen wir dieses Gebilde auch mit den meisten Histologen als Kern des Blutkörperchens bezeichnen.

---

1) Physiologische Chemie, 2. Bd. p. 85 u. 232.

2) Naegeli und Schwendener, das Mikroskop, 1. Theil p. 184 u. d. folg. Harting, das Mikroskop, Braunschweig 1866. 2. Bd. p. 26 u. d. f.

Die entwickelten elliptischen Blutkörperchen der Gattungen Camelus[1] und Auchenia besitzen einen solchen Kern so wenig, wie die kreisscheibenförmigen Körperchen des Menschen und der übrigen Säuger.

Darnach könnte man die Blutkörperchen der Thiere in zwei Abtheilungen bringen, Gekernte und Kernlose. Es muss aber sogleich angeführt werden, dass auch im Menschen- und Säugethierblute gekernte Blutkörperchen als Entwicklungsformen auftreten.

Grösse der rothen Blutkörperchen. Ueber mikrometrische Untersuchungen des Blutes liegt eine umfangreiche Literatur vor.

Die beträchtlich abweichenden Resultate der verzeichneten Messungen haben meist nur einen relativen Werth. Die angewendeten Mikrometer waren in der Regel nicht auf ein Normalmass besonders reducirt. Die genaue Comparation mit dem Etalon ist bekanntlich schon für makroskopische Massstäbe keine besonders leichte Aufgabe. Schwieriger noch ist sie für Mikrometer. Methoden dafür haben Harting[2] und Welker[3] der letztere speciell bei seinen Blutkörperchenmessungen angegeben.

In der Regel sind nur die Blutkörperchenmaasse zu vergleichen, welche derselbe Beobachter mit demselben Messinstrumente gewonnen hat.

Von selbst versteht es sich, dass auch bei der sorgfältigsten Sichtung der vorliegenden Angaben unter Berücksichtigung der angeführten Momente nur jene Messungen einen vergleichbaren Werth haben, zu welchen eine genaue Angabe der Bedingungen gemacht wurde, unter welchen sich das Messobject befand.

Mit Berücksichtigung des angeführten wird man sich vor einer kritiklosen Benutzung der über Blutkörperchenmaasse bei verschiedenen Thieren vorliegenden Tabellen[4] bewahren.

Die absoluten Maasse, welche Welker[5] mit einem nach seiner Methode reducirtem Mikrometer gewann, sind:

Für den Menschen im Mittel:

		Min.	Max.
Durchmesser des grössten Querschnittes	Der Scheibe in Millim.	0.00774	(0.00640—0.00860)
Grösste Dicke		0.00190	

Bei 6 männlichen und 3 weiblichen Individuen wurde als Min. 0.0045 Millim., als Max. 0.0097 beobachtet, alle zwischen den Endwerthen vorkommenden Grössen sollen, die kleinsten ausgenommen, der Zahl nach sehr gleichmässig vertreten sein.

Die Messungen betreffen frisches oder in dünner Schichte auf Glas aufgetrocknetes Blut.

1) Donné Cours de microscopie etc. Paris 1843. p. 70. Compt. rend. T. 14, p. 367.
2) Das Mikroskop etc. Bd. II. p. 288 u. d. f.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin, 3. R. Bd. XX, p. 259.
4) Die ausführlichste findet sich bei Milne Edwards l. c. p. 84 - 90.
5) l. c. p. 263.

Für die oben nach Max Schultze angeführten kleineren rothen Blutkörperchen des Menschen giebt der letztere Autor 0.005—0.006 Millim. an, und von diesem sollen allmählige Uebergänge zu den gewöhnlichen von 0.008—0.010 Millim. (nach Max Schultze) zu beobachten sein.

Welker [1] verdanken wir auch genaue Messungen bei verschiedenen Thieren. Einige seiner Mittelwerthe theilen wir in der Anmerkung mit.

Die kleinsten Blutkörperchen hat der Moschus javanicus. Zu den grössten gehören die der Perenibranchen des Proteus anguineus und die noch grösseren von Siren lacertina (grand diamètre $^1/_{16}$ Millim. pti. diamètre $^1/_{30}$ Millim. Milne Edwards l. c. p. 89) die grössten bekannten, rothen Blutkörperchen sollen nach Riddel[2] bei Amphiuma tridactylum sich finden (ein Drittheil grösser als jene des Proteus).

Indem Welker [3] einen kurzen Gypscylinder, dessen Radius und dessen Höhe in einem den Blutkörperchenmaassen entsprechenden Verhältnisse gewählt waren durch Ausrundung der Grundflächen und Abrundung des Randes eine Krümmung der Oberfläche ertheilte (Fig. 67 zu vergleichen), welche dem Augenmaasse (!) nach der Oberflächenkrümmung des Blutkörperchens ähnlich war, bestimmte er das mittlere Volumen des menschlichen Blutkörperchens zu 0.000000072217 Cub. Millim. Indem Welker ferner die Oberfläche seines 5000

1) l. c. p. 279. I. Kreisscheibenförmige Körperchen.

Hund	0.0073
Katze	0.0065
Kaninchen	0.0069
Schaaf	0.0050
Ziege (alt)	0.0041
Ziege (8 Tage)	0.0054
Moschus javanic	0.0025
Petromyz. mari.	0.0150
Ammocret. branch	0.0117

II. Elliptische Körperchen. Langer Durchmesser *a*, kurzer *b*.

	a	*b*
Lama	0.0080	0.0040
Taube (alt)	0.0147	0.0065
» flügge	0.0137	0.0078
» flügge	0.0126	0.0078
Ente	0.0129	0.0080
Huhn	0.0121	0.0072
Rana temp	0.0223	0.0157
Rana temp. (trocken)	0.0214	0.0156
Triton crist.	0.0293	0.0195
Proteus (1 und 2)	0.0582—0.0579	0.0337—0.0356
Stöhr	0.0134	0.0104
Cyprin. alburn	0.0131	0.0080
Lepidosiren annectens	0.0410	0.0290

2) Journal de la physiologie, Bd. II. Paris 1859. p. 159.

3) l. c. p. 265—275.

mal grösseren Modells mit gleichmässig dichtem Papier sorgfältig belegte, das verbrauchte Papier wog und mit dem Gewicht eines bekannten Flächenmaasses desselben Papieres verglich, berechnete er die Oberfläche des Blutkörperchens zu 0.0001280 □ Millim. Dass die angegebenen Zahlen nur die Bedeutung grober Schätzungswerthe besitzen, ist an sich klar.

Zahl der rothen Blutkörperchen. Auch Zählungen der Blutkörperchen wurden unter dem Mikroskope vorgenommen. Die Methode wurde von Vierordt eingeführt, von Welker modificirt[1]. Die directe Zählung kann wie folgt ausgeführt werden.

Ein abgemessenes Blutvolumen wird in dem 1000fachen Volumen einer passenden Flüssigkeit (6 grm. ClNa auf 1 Litre Wasser nach Welker) möglichst gleichmässig vertheilt; von der Mischung in ein capillares Glasröhrchen von bekanntem Caliber eine kleine Menge der Mischung aufgenommen und unter dem Mikroskope die Länge des Flüssigkeitsfadens mittelst eines Mikrometers bestimmt; hat man so den Inhalt des Röhrchens ermittelt, so breitet man denselben mit wenig Gummisolution rasch auf einem Objectträger aus und trocknet das Ganze an das Glas an. Das Präparat mit einem quadratisch getheilten Mikrometer bedeckt, dient, um die in die einzelnen Quadrate fallenden Körperchen nach einander zu zählen.

Zu einer Bestimmung genügen nach Vierordt 0.0005—0.0008 Cub. Mill. Blut, wobei etwa 2000—3000 Körperchen in der Zeit von 1 h. gezählt werden müssen.

Vergleichende Zählungen mit in verschiedenem Grade verdünnten und in verschieden weiten Capillaren gemessenen Blutproben ergaben eine Differenz der Zählungen um 2—3%, selten um 5%.

Für ein Cub. Millim. gesunden Männerblutes wurden 5,000,000 rother Blutkörperchen ermittelt.

Aus dieser und den oben für Volum und Oberfläche angeführten Grössen, ergaben sich für 100 Volum. Blut 36 Vol. Körperchen und 64 Vol. Plasma. Für die Oberfläche der Körperchen in 1 Cub. Millim. Blut aber 640 □ Millim.

Vierordt, Welker und Stölzing haben auch die Blutkörperchen verschiedener Thiere gezählt.

Abänderungen der rothen Blutkörperchen. Wir werden nun einen anderen Weg betreten. Bisher lag uns, abgesehen von den eben angeführten Zählungen, daran die Blutkörperchen möglichst im natürlichen Gleichgewicht ihrer Molekularzustände zu erhalten.

Eine Reihe der wichtigsten Kenntnisse verdanken wir aber gerade zum

[1] Vierordt, Archiv fur physiol Heilkunde, XI. Bd. p. 26, 327, 854, XIII. p. 259, Grundriss der Physiol. 3. Aufl. 1824 p. 8 u. 9. Welker, Prager Vierteljahrsschrift, Bd. 44, p. 60. und Zeitschrift für rationelle Medicin, 3 R. Bd. XX, p. 280.

Theile der Beobachtung gewisser, unter Umständen von selbst auftretender Veränderungen der Körperchen, zum Theile der experimentellen Histologie.

Zur Anstellung von Versuchen an den rothen Blutkörperchen sind mechanische Einwirkungen, der Entladungsstrom der Leydner Flasche, Inductionsströme, der constante Strom, Wärmezufuhr, das Frieren und endlich der Zusatz verschiedener chemischer Agentien in Aufnahme gekommen.

1. Man bemerkt häufig kürzere oder längere Zeit nach Anfertigung eines frischen Blutpräparates vom Menschen, dass die Blutkörperchen an Rändern und an der Oberfläche ihre Glätte verlieren. Der Rand erscheint gezackt, die Oberfläche, wie am besten beim Wälzen ersichtlich ist, mit Höckern besetzt; gleichzeitig ist das Blutkörperchen kleiner und mehr kugelig geworden (Fig. 69)[1]. Oft sieht man einzelne solche Körperchen sofort im frischen Präparate, so dass es schwer ist zu entscheiden, ob dieselben schon im kreisenden Blute präexistirten oder nicht. Sicher ist, dass im abgelassenen Blute sowohl gesunder Personen, als auch, wie angegeben wird, noch rascher im Blute von Fieberkranken (Max Schultze) [1], oft bald alle Blutkörperchen eine Veränderung in der nämlichen Richtung erleiden. Die veränderte Form wurde als Maulbeerform, die Erscheinung als sternförmige Verschrumpfung der Blutkörperchen bezeichnet. Die Erscheinung war schon Hewson bekannt[2].

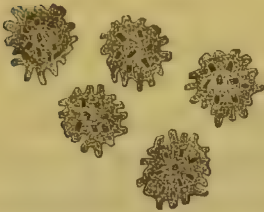


Fig. 69.

Als Bedingung für ihren Eintritt wurde die Abdunstung von Wasser, auch wohl die Abkühlung des Blutes angeführt. Allein sie tritt, wie später ersichtlich werden soll, auch beim Fehlen dieser Momente auf. Säugethierblutkörperchen zeigen die Erscheinung so, wie die des Menschen.

An den kernhaltigen, elliptischen Blutkörperchen ist eine analoge Erscheinung seltner zu beobachten.

Leicht werden die Blutkörperchen von Salamandra macul. und von Triton crist. und taeniat. beim Liegen unter dem Mikroskop höckerig. Im Froschblut werden wir die Erscheinung erst in Folge äusserer Einwirkungen und dann ganz entschieden als Analogon der Erscheinung am Säugethierblute auftreten sehen.

2. Durch mechanische Einwirkungen auf die Blutkörperchen erfährt man zunächst, dass dieselben ihrer Hauptmasse nach aus einer äusserst dehnbaren und zugleich in weiten Grenzen vollkommen elastischen Substanz bestehen.

Dass die Blutkörperchen beim Durchgang durch die Gefässe ausgezogen, um die Theilungswinkel der Gefässe gebogen werden, war schon älteren Beobachtern bekannt.

Lindwurm sah in zähem Gummischleim[3], Hassal[4] in mikroskopischen

1) l. c. 2) Opus posthumum p. 19, 20.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. VI, p. 266. 4) Mikrokopische Anatomie. Aus dem Englischen übersetzt von Kohlschütter, p. 49. Taf. II, Fig. 6.

Gerinnseln, HENLE[1] in einer zähfliessenden Colloidmasse die Blutkörperchen verzerrt oder zu langen, oft sehr langen, spindelförmigen Gestalten ausgezogen.

Die grösste Mannigfaltigkeit solcher Bilder erhält man, wenn man defibrinirtes Blut in reine bei 35⁰—36⁰ Cels. schmelzende Leimgallerte einträgt, aus der wieder steif gewordenen Masse feine Schnitte anfertigt und ein Deckgläschen aufdrückt. Hier ist insbesondere beim Durchgang durch die Klüfte der geborstenen Gallerte zu beobachten, wie die während der mannigfachen Formenwechsel ausgezogenen und verdünnten Stellen des Körperchens immer blass, oft ohne erkennbare Farbe, die gewulsteten dagegen intensiver gefärbt erscheinen. Aus einzelnen Blutkörperchen ziehen sich lange, endlich entzwei reissende Fortsätze aus, ohne dass das übrig bleibende zusammenfällt. Bei den elliptischen Blutkörperchen erweisen sich die Kerne etwas weniger nachgiebig, oft wird der Kern völlig aus der Masse des Blutkörperchens herausgerissen, und dieses letztere kann dadurch manchmal, was nachdrücklich betont werden muss, nicht einmal eine merkliche Veränderung in Beziehung auf seine Durchmesser und seine Widerstandsfähigkeit beim weiteren Fliessen erleiden (ROLLETT)[2].

Einer der mechanischen Einflüsse, welche Formenwechsel an den rothen Blutkörperchen hervorbringen, ist, wie bereits angedeutet, schon in der Bewegung des Blutes beim Kreislauf gegeben. E. H. WEBER[3] führt 1830 in Bezug darauf seine eigenen Beobachtungen an und weist auf die bis LEEUWENHOECK reichenden älteren hin.

Man macht sie gelegentlich, wenn man die Circulation beim Frosch in Schwimmhaut, Zunge oder Mesenterium untersucht.

Im circulirenden Blute von Säugethieren — Meerschweinchen, die mit Opium narkotisirt waren — wurden die rothen Blutkörperchen nicht in ihrer Gleichgewichtsfigur in den Mesenterialgefässen mit dem Strome vorwärts getrieben, sondern sie wurden während des Fliessens gleichzeitig auch hin und her gewalkt (ROLLETT)[4]. Verlangsamt sich die Bewegung oder wird sie gehemmt, oder werden die in den Gefässen befindlichen Blutkörperchen weder gegen einander, noch gegen die Gefässwand gedrückt, so besitzen die Körperchen innerhalb der Gefässe dasselbe Aussehen, welches wir oben als das der frischen Blutkörperchen berichtet haben. Auch bei der Diapädesis, wie sie von STRICKER[5], PRUSSAK[6] u. And. auf Grund directer Beobachtung beschrieben wurde, sind an den durch die Gefässwände sich zwängenden rothen Blutkörperchen hierher gehörige Erscheinungen zu beobachten.

---

1) CANSTATT's Jahresbericht 1850. Bd. I, p. 32.
2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1862. Bd. XLVI. p. 65—71.
3) Handbuch der Anatomie, I. Bd. Braunschweig 1830, p. 159 u. 160.
4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. L. p. 196.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LII, p. 386.
6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LVI, p. 13.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass die Blutkörperchen trotz ihrer grossen Dehnbarkeit doch auch mechanisch zertrümmert werden können [1], was sicher gelingt, wenn man einen frischen Blutstropfen mittelst eines rasch aufgedrückten Deckgläschens in dünner Schichte ausbreitet, um nach einigen Sekunden das Deckgläschen wieder rasch abzureissen und gleich wieder aufzudrücken. Man sieht dann kugelige oder auch wie durch gerade Schnitte entstandene noch gefärbte Trennungsstücke. Bei den gekernten Blutkörperchen (Frosch, Triton) sind auffallend viele oft verzerrte, immer wie granulirt erscheinende, meist runde Kerne frei geworden. Im Vergleich mit der Zahl der Letzteren erscheint die Menge der gefärbten Trennungsstücke gering, was darauf hinweist, dass in der umgebenden Flüssigkeit, die in der That leicht gefärbt erscheint, sich die Substanz der Blutkörperchen theilweise fein zertheilt oder wirklich gelöst hat. Im Hinblik auf später zu erwähnende Beobachtungen muss noch besonders angeführt werden, dass bei solchen Versuchen verknitterte, farblose Fetzen als Rest der zertrümmerten Blutkörperchen nicht beobachtet werden.

3. Das Verhalten der Blutkörperchen beim Auftrocknen verdient gleichfalls der Erwähnung. C. Schmidt [2] hat beobachtet, dass die Blutkörperchen in einer dünnen, auf Glas gestrichenen Blutschichte rasch getrocknet, straff ausgespannt bleiben und ihre breiten Durchmesser dabei nicht merklich ändern. Welker [3] und Andere haben diese Beobachtung bestätigt. Der helle Fleck der kernlosen Körperchen, für welche allein die Beobachtung strenge richtig ist, tritt dabei deutlicher hervor, geht aber ohne scharfe Grenze in die daran stossenden dunkleren Partieen über.

Die gekernten Körperchen bleiben in Bezug auf ihre Dimensionen auch der Fläche nach nicht ganz unverändert. Die Aenderung beträgt aber wenig. Viele behalten dabei ihre Form und Glätte bei, Andere bekommen im Ganzen oder nur an einzelnen Stellen Büge. Die den Kernen entsprechenden hellen Flecke und die feine Zeichnung auf denselben tritt ebenfalls deutlicher hervor. In einzelnen Körperchen findet man immer den Kern nach dem Trocknen sehr scharf begrenzt und durch einen wallartigen hellen, röthlich glänzenden Saum von der übrigen Substanz des Blutkörperchens abgelöst, wie in einer Höhlung derselben liegend. In Massen aufgetrockneten Blutes findet man die Blutkörperchen unter mannigfachen Gestaltsveränderungen innig mit einander verbacken, so dass es schwer wird, auch in dünnen Splitterchen der trockenen Kruste dieselben zu erkennen.

4. In den Coagulis, welche nach Blutungen in den Lymphsäcken von Fröschen oder Salamandern entstehen, treten nach Rindfleisch [4] und Preyer [5] aus

---

1) Hensen, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XI, p. 260. Vintschgau, Atti dell' Instituto veneto. Extr. dal Vol. VII, Serie III, p. 3—6.
2) Die Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau und Leipzig 1848. p. 3 u. d. f.
3) l. c. 261.
4) Experimental-Studien über die Histologie des Blutes. Leipzig 1863. p. 8.
5) Virchow's Archiv, Bd. XXX. p. 417.

der Substanz der Blutkörperchen noch gefärbte oder auch farblose, anfangs glatte, später perlschnurartige Fortsätze heraus. Nach Preyer können dieselben wieder eingezogen werden; oder sie schnüren sich im Ganzen oder in einzelnen Kügelchen ab.

Beale[1] sah ähnliche Veränderungen der rothen Blutkörperchen auf dem Objectträger in Folge der Verdunstung (?) (Gerinnung) und Erwärmung auftreten.

5. Um die Wirkung des Entladungs[2]- und Inductionsstromes auf die Blutkörperchen zu beobachten, wendet man die Vorrichtung an, wie sie Fig. X p. XVII dieses Handbuches abgebildet ist. Nur sind die Kupferschienen besser mit Klemmen denn mit Hacken versehen. In die letzteren werden die Enden der Inductionsspirale oder die Enden eines quergetheilten Schliessungsbogen der Leydner Flasche aufgenommen, so dass die Stanniol-Electroden mit dem zwischen ihnen befindlichen Blut und die Drähte zusammen den vollen Schliessungsbogen ausmachen. Um auf die Erscheinungen näher einzugehen, welche man unter dem Mikroskope beobachten kann, ist es nöthig, vorerst an die Resultate makroskopischer Experimente zu erinnern.

Wird Blut von einem Säugethier in Form verschieden gestalteter Leiter in den Schliessungsbogen der Leydner Flasche aufgenommen, so wird es durch eine Reihe von Entladungsschlägen so verändert, dass es seine anfängliche Undurchsichtigkeit verliert und lackfarbenähnlich durchsichtig wird. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass dabei die Blutkörperchen bis auf äusserst zarte, blasse und schwach lichtbrechende Reste zerstört werden. Benützt man in einer Reihe verschiedener Versuche die Anzahl der für den Eintritt des überhaupt erreichbaren Maximums der Aufhellung nothwendigen Entladungen als direct vergleichbares Maass für die Stärke der aufhellenden Wirkung des Entladungsstromes, so kommt man zu folgenden Schlüssen.

Die Wirkungen der auf einander folgenden Entladungen addiren sich.

In jedem Element des aus Blut gebildeten Leiters ist die Aufhellung abhängig von der auf die Einheit des Querschnittes bezogenen Intensität (Dichte) des Stromes, mit welcher sie proportional zunimmt, sie ist ferner abhängig von einer Grösse, welche man als specifische Resistenz der Blutkörperchen bezeichnen kann, die in verschiedenen Blutarten verschieden ist, und mit deren Zunahme die Aufhellung in einem noch nicht näher ermittelten Verhältnisse abnimmt.

Bei gegebener specifischer Resistenz der Blutkörperchen und bei gegebenen Dimensionen und specifischem Leitungsvermögen des Blutes kann also der Verlauf der Erscheinungen nach der Menge und mittleren Dichte der Electricität in der Flasche variirt werden.

1) Quart. Journal of microscop. science Nr. XIII. 1864.

2) Rollett, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XLVI, p. 92—97, Bd. XLVII, p. 356—390, Bd. L, p. 178—202.

Für die mikroskopischen Versuche bedient man sich sehr zweckmässig eines Abstandes der Stanniolelectroden von 6 Millim. Zwischen diese wird eine dünne, mit dem Deckgläschen bedeckte Blutschichte aufgenommen. Unter diesen Bedingungen benützt man am besten eine Leydner Flasche von ungefähr 500 □ Centim. Oberfläche bei einer Schlagweite von 1 Millim.

Grössere Schlagweiten dürfen nicht gewählt werden, weil sonst leicht das Blut mit dem Deckgläschen weggeschleudert wird und die Funken direct zwischen den Electroden überspringen. Die Oberfläche der Flasche soll nicht weiter getrieben werden, weil sich sonst auch bei den Entladungsschlägen die Electrolyse, die bei der früher genannten Anordnung fast unmerklich wird, in höherem Maasse und störend geltend machen kann.

Unter den angegebenen Umständen beobachtet man, wenn man in Intervallen von 3—5 Minuten die einzelnen Entladungen aufeinander folgen lässt, die folgenden successiven Veränderungen an den Blutkörperchen.

Die kreisscheibenförmigen Blutkörperchen, Fig. 69 *a*, bekommen zuerst am Rande einige Kerben, diese vervielfältigen sich auf 3, 5 und mehr. Ich

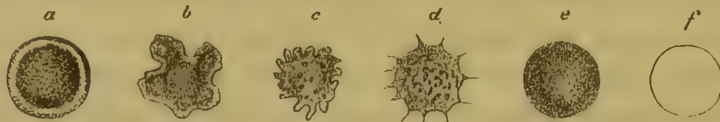


Fig. 70.

habe diese Form die Rosettenform genannt, Fig. 70 *b*. Diese geht weiterhin über in die Maulbeerform Fig. 70 *c*, welche man mittelst des Entladungsstromes ganz nach Belieben hervorrufen kann. Es folgt ein weiteres Stadium, in welchem die Zaken sich zuspitzen, so dass das Körperchen mehr einem Stechapfel Fig. 70 *d* gleicht. Endlich werden alle Zacken eingezogen, es entsteht eine gefärbte Kugel, Fig. 70 *e*, welche dann verblasst und einen glatten, farblosen Rückstand, Fig. 70 *f*, hinterlässt, der sich vorerst lange unverändert in der Flüssigkeit erhält.

An den Blutkörperchen des Frosches sieht man zuerst ein Fleckigwerden. Dann treten in der Richtung des dicken Durchmessers lokale Verdickungen auf, die meist radienartig gegen den Kern hin zusammenlaufen, Fig. 71 *a* u. *b*. Das ist aber nicht immer der Fall, es kommt auch vor, dass die Verdickungen nahezu senkrecht auf dem längsten Durchmesser des Blutkörperchens stehend, wie Querbänder über dasselbe hinlaufen. Beim Blut von Tritonen ist das letztere sogar der häufigere Fall. Auf dieses Stadium, welches offenbar dem ersten, Fig. 70 *b*, und zweiten, Fig. 70 *c*, Stadium beim Säugethierblutkörperchen analog ist, folgt wieder eine Ausglättung des Blutkörperchens. Die Masse desselben hat sich gleichmässig verdickt, dabei sind die zwei anderen Durchmesser etwas kleiner geworden, indem nun die



Fig. 71.

Masse einseitig oder nach beiden Seiten hin um den Kern sich aufwulstet, so dass der letztere gleichsam eine Communication zwischen den verwendeten Hälften eines Doppeltrichters schliesst und zuletzt die Wände dieser Trichter zusammenfliessen, wird das Körperchen eiförmig oder rund. Im letzteren Zustande ist es anfangs noch gefärbt, später giebt es gleichfalls allmählig seinen Farbestoff ab und es bleibt eine den Kern hofartig umgebende glatte, farblose Substanz allein noch übrig. Die Kerne erscheinen etwas abgerundet und stärker gezeichnet in ihrem Innern.

So wie man am einzelnen Blutkörperchen das Ineinanderfliessen sich berührender Theile desselben beobachten kann, ebenso kommt es auch häufig vor, dass zwei, auch mehrere Blutkörperchen im Stadium der gefärbten Kugeln völlig miteinander zusammenfliessen. Die mehrkernige, grosse Kugel giebt dann erst den Farbstoff in gleicher Weise, wie die einzelnen Körperchen ab. Eine andere höchst merkwürdige Erscheinung ist, dass oft wie mit einem Ruck oder aber auch nur allmählig der Kern aus dem Körperchen ausgestossen wird. Dann entstehen kernlose, gefärbte Kugeln, die wieder allmählig verblassen. NEUMANN hat die Wirkung von Inductionsströmen auf die Blutkörperchen einer Prüfung unterzogen und dabei Erscheinungen beobachtet, welche mit den eben beschriebenen in allem Wesentlichen übereinstimmen.

Der constante, electrische Strom bringt dagegen solche Wirkungen nicht hervor. Er verändert die Blutkörperchen nur unmittelbar an den metallischen Electroden und zwar entsprechend der am positiven Pole ausgeschiedenen Säure und am anderen Pole entsprechend dem dort ausgeschiedenen Alkali. (ROLLETT [1], A. SCHMIDT [2], NEUMANN [3]). Wir werden auf die Wirkungen von Säuren und Alkalien später näher eingehen.

6. Nachdem KLEBS [4], ROLLETT [5] und BEALE [6] die ersten Angaben über den Einfluss von Wärmezufuhr auf die rothen Blutkörperchen gemacht hatten, stellte MAX SCHULTZE [7] zuerst genauere, methodische Versuche darüber an, indem er seinen thermometrisch bestimmbaren, heizbaren Objecttisch zum Anwärmen benutzte.

Bei ungefähr 52⁰ Cels. bekommen die rothen Blutkörperchen des Menschen erst seichte, dann tiefe Einkerbungen, die weiter hin zu kugeligen Abschnürungen führen. Einzelne Blutkörperchen ziehen sich dabei zu vielgestaltigen Formen aus, oder treiben perlschnurartige Fäden hervor. Letztere Formen erinnern sofort an die von RINDFLEISCH und PREYER im Extravasatblut geschehenen. Zum Schlusse resultiren immer kugelige, gefärbte Tröpfchen, so dass der mittleren Partie des früheren Körperchens ein grösseres solches Theilstück entspricht, welches von den bis zur molecularen Kleinheit variirenden,

---

1) l. c. Bd. XLVII, p. 359. Bd. LII, p. 257.
2) VIRCHOW's Archiv, Bd. 29. p. 29. Hämatologische Studien. Dorpat 1865. p. 116.
3) REICHERT und DU BOIS, Archiv 1865, p. 682—690.
4) Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1863. p. 851.
5) l. c. Bd. L. p. 192. 6) l. c. 7) l. c. p. 1.

kleineren Theilstücken noch am Rande besäumt, oder von diesen frei umgeben wird. Veränderungen bei 38° Cels., wie sie Klebs angab, sah Max Schultze nicht eintreten. Rollett verlegte die Temperatur, bei welcher die Blutkörperchen kugelig werden, nach Bestimmungen im Wasserbade zwischen 40—50° Cels. Dabei werden die Blutkörperchen aber nicht plötzlich, sondern nur bei längerer Digestion verändert, ohne die bei 52° eintretenden Theilungen zu zeigen.

Lackfarbiges Blut erhält man nach Max Schultze erst beim Erwärmen auf 60°.

Bei 53—54° Cels. beobachtete M. Schultze an den Blutkörperchen des Huhnes Veränderungen, wie die oben beschriebenen.

Im Froschblut werden die Körperchen bei etwa 45° zum Theile fleckig und an ihrer Oberfläche etwas höckerig; zum anderen Theile bekommen sie die Form eines Löffelbisquits oder Dumbbells. Einzelne werden dann eiförmig oder kugelig.

7. Lässt man Blut in einem Platintiegel in einer Frostmischung rasch einmal oder mehrere Male hinter einander frieren und thaut es wieder auf, so wird es ebenfalls lackfarbig.

Die kernlosen Blutscheiben findet man darin verblasst, ohne dass sie ein merkliches an Grösse eingebüsst hätten. Oder sie sind kugelig geworden und haben einen kleineren Durchmesser. Oder es sind nur mehr schwach lichtbrechende, farblose Reste derselben vorhanden.

An den Froschblutkörperchen sieht man die Kerne von einem blassen, elliptisch oder kreisrund begrenzten Hof umgeben; oder die Farbe des Blutkörperchens erscheint noch theilweise erhalten. Es finden sich Formen, die wie eingedrückt oder abgehackt erscheinen. Schliesslich verblassen auch hier alle Blutkörperchen.

Die entfärbten Reste der Blutkörperchen zeigen noch eine ähnliche Dehnbarkeit und Elasticität, wie die intakten Blutkörperchen (Rollett)[1].

Die Kerne sind im erfrornen Blute entweder den unveränderten Kernen noch ähnlich, nur schärfer gezeichnet; oder sie sind rund, vergrössert und wie aus einem feinen Balkenwerk von stark lichtbrechender Substanz zusammengesetzt, zwischen welchem mit schwächer lichtbrechender Substanz ausgefüllte Lücken übrig bleiben. Diese Lücken sind oft auf einige wenige reducirt. Oft erscheint nur eine Lücke wie eine grosse Vacuole von der in Form eines Ringes herumliegenden glänzenden Substanz begrenzt. Im Zusammenhang mit später zu erwähnenden Thatsachen verdient dieses Verhalten der Kerne unsere Aufmerksamkeit.

8. In Bezug auf die Erscheinungen, welche der Zusatz von Flüssigkeiten an den Blutkörperchen hervorruft, hat man vor allem drei Fälle wohl zu unterscheiden. Das Reagens wird durch ausgiebige, mechanische Beihülfe mit

1) l. c. Bd. XLVI. p. 71—75.

dem Blute sofort innig gemischt, dann hat man nur Gelegenheit, die dem Reagens entsprechende Endveränderung der Blutkörperchen unter dem Mikroskop zu beobachten.

Oder man wäscht das Plasma oder Serum unter dem Mikroskope nach der p. XIX dieses Handbuches beschriebenen Methode durch das Reagens von den Blutkörperchen weg, wobei es um das Wegschwemmen zu verhindern zweckmässig ist, vorerst auf dem Objectträger eine dünne Schichte eines lockeren Faserfilzes aus feinem, gereinigtem Asbest, oder aus geschabtem, schwedischem Filtrirpapier auszubreiten und in diesen den Blutstropfen zu setzen. Oder man setzt drittens Blut und Reagens nebeneinander und lässt langsame Diffusion eintreten.

Nur bei der Vereinigung nach der ersten Methode ist es erlaubt, aus einem verschiedenen Verhalten der einzelnen Blutkörperchen zum Reagens auf eine von vornherein gegebene innere Verschiedenheit der Blutkörperchen zu schliessen.

Bei Methode zwei und drei ist das nicht erlaubt, oder wenigstens nur bei der äussersten Vorsicht, denn wenn die Gleichmässigkeit der Mischung nicht fortwährend unterhalten wird, dann wird das Reagens einzelne Blutkörperchen nothwendig erst in einem beträchtlich veränderten Zustande treffen, da es sich nothwendig in einem bestimmten Verhältnisse zu seiner stattgehabten Wirkung ebenfalls geändert haben muss. Man wird sich sehr leicht überzeugen, dass man aus den angeführten Gründen bei der Anwendung eines und desselben Reagens sieht, dass die Veränderungen an den Blutkörperchen in der ersten Zeit einen ganz anderen Verlauf nehmen und zu anderen Resultaten führen, als in nachfolgenden Zeiträumen.

In der Regel ist auf die vielen Schwierigkeiten, welche das Studium der Wirkung von Reagentien mit sich bringt, nicht die gebührende Rücksicht genommen worden, und man hat darum vielleicht weniger auf diesem Wege erfahren, als sonst möglich gewesen wäre.

a. Das Wasser glättet die Oberfläche der Blutkörperchen aus und ändert ihre verschiedenen Durchmesser so, dass sie kugelig[1] werden, also diejenige Gestalt annehmen, welche bei gegebener Oberfläche den grössten Körperinhalt besitzt. Darum bezeichnet man diese Wirkung im Allgemeinen als ein Aufquellen, obwohl die Durchmesser der Kugeln kleiner sind als die langen Durchmesser der entsprechenden Scheiben. Fig. 72. Die Kugeln sind im Anfange noch stark gefärbt. Bei vorsichtigem Wasserzusatz bemerkt man, dass häufig die Abänderung der ursprünglichen Form des

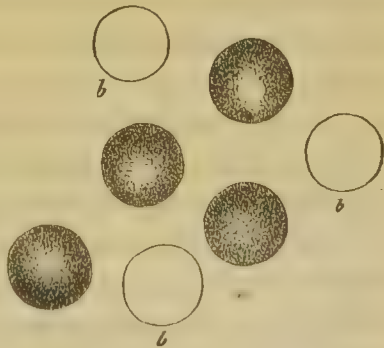


Fig. 72.

1) Hewson, Opus posthumum, p. 25.

Blutkörperchens zur Kugel nicht in allen entsprechenden Durchmessern ganz gleichmässig erfolgt, so dass variable und vergängliche unsymmetrische Zwischenformen vorkommen. Bei den kernhaltigen Ellipsoiden ereignet es sich dann häufig, dass der Kern im Innern des Körperchens, wie mit einem Ruck [1] verschoben wird, während das Körperchen selbst wie in Folge eines Rückstosses in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegt. Der Kern liegt dann excentrisch im Körperchen.

Im weiteren Verlauf der Wasserwirkung entfärben sich die Kugeln und zwar hat man manchmal den Eindruck, als ob der Farbestoff ganz allmählig ausgelaugt würde, manchmal schwindet die Farbe auch sehr rasch, etwa so wie der Farbenton von einer weissen Fläche verschwindet, wenn eine farbige Lichtquelle, welche sie früher beleuchtete, plötzlich verlischt. Es sind dies dieselben Eindrücke, welche man auch bei den früher angeführten Entfärbungen in Folge von Entladungsschlägen hat.

Glatte, farblose Reste mit schwacher aber glatter Grenzcontour bleiben dann noch zurück. (Fig. 72 *bbb*).

Die Kerne, welche im Anfange der Wasserwirkung schärfer hervortreten, in den einmal kugelig gewordenen Körpern, so lange dieselben noch gefärbt erscheinen, wieder zurücktreten, werden bei längerer Wirkung von überschüssigem Wasser glatt, blähen sich auf und werden immer schwächer lichtbrechend.

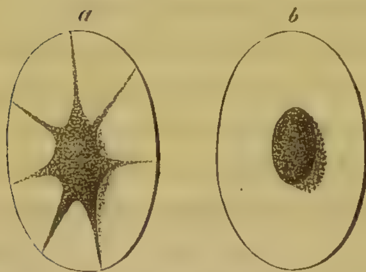


Fig. 73.

Besondere Beachtung verdient ein Bild, welches, wie man sich leicht überzeugen wird, bei den elliptischen Scheiben bei vorsichtigem Wasserzusatz oft beobachtet werden kann. Fig. 73. Das noch ellipsoidische Körperchen ist von einem ganz glatten Contour begrenzt, an Stelle des Kernes scheint aber ein gefärbter Ballen zu liegen. In anderen Fällen gehen von diesem Ballen zahlreiche Strahlen spitz zulaufend gegen die Umfassungslinie hin. Die zwischen der letzteren und den gefärbten Theilen liegenden Partieen erscheinen glatt und farblos.

Nach Kneuttinger [2] erhält man solche Bilder in ausgezeichneter Weise, wenn frisches, nicht defibrirtes Froschblut mit dem 3—4fachen Volumen Wasser übergossen und einige Zeit darauf die gallertartige Masse untersucht wird.

Ist Blut in grössere Mengen von Wasser geflossen und gut damit gemischt worden, so sieht man einzelne Blutkörperchen auf der Stufe der gefärbten Kugeln sich viel länger erhalten, als andere, man hat daraus nicht mit Unrecht auf eine ursprüngliche Verschiedenheit der einzelnen Blutkörperchen geschlossen.

---

1) Vergleiche auch die Angaben über das Herumrollen des Kernes von C. H. Schultz, Preyer (l. c. p. 437).

2) Zur Histologie des Blutes, Würzburg 1865. p. 21.

b. Salze wirken sehr verschieden nach ihrer chemischen Natur und ihrer Concentration. Viele Metallsalze erzeugen Niederschläge in den Blutkörperchen, ähnlich den später zu erwähnenden Säuren. Die Wirkung jener Salze, welche keine Niederschläge erzeugen (Kochsalz, Glaubersalz, Salmiak, Borax, Bittersalz u. A.), hat man häufig als Schrumpfung der Wasserwirkung entgegengesetzt. Solche Lösungen machen die Blutkörperchen weniger geschmeidig und dehnbar, ihre Contouren härter, ihre Substanz verbogen, ihre Oberfläche runzelig, ihren Rand zackig. Es sind das mittlere Concentrationsgrade jener Salzlösungen. Sehr concentrirte Lösungen einzelner dieser Salze oder das gepulverte Salz in Substanz dem Blute zugesetzt (Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz) machen die Blutkörperchen nur im Anfange schrumpfen, bald werden sie rund und verblassen [1], so dass nur entfärbte Reste übrig bleiben. In verdünnten Lösungen einzelner dieser Salze etwa von der Concentration des Blutserum erhalten sich die Blutkörperchen, ohne vorerst ihre Eigenschaften wesentlich zu ändern. Solche Lösungen werden darum häufig zur Verdünnung anstatt des Serums angewendet.

Bei noch höheren Verdünnungsgraden bringen sie Wirkungen hervor, wie man sie auch nach Verdünnung des Blutes mit Wasser beobachtet.

Für die gekernten elliptischen Blutscheiben ist noch eine Reihe von Bildern hervorzuheben, welche man beim Zusatz von Salzlösungen mittlerer Concentration nicht regelmässig hervorrufen kann, aber sehr häufig zu beobachten Gelegenheit hat.

Hühnefeldt hat sie mit kohlensaurem Ammoniak und Salmiak und Hensen [2] auf eben diese Weise erhalten und in Abbildungen dargestellt. Man kann sie aber auch bei Anwendung anderer Salzlösungen beobachten.

Es sind theilweise ganz dieselben, welche wir früher in Folge der Wasserwirkung erhielten, Fig. 73, oder aber die Blutkörperchen erscheinen sehr gleichmässig gefleckt, indem farbige und farblose Stellen sehr regelmässig mit einander abwechseln, oder es erscheinen, wie häufig an den Blutkörperchen von Tritonen beim Zusatz von drei und etwas mehr procentiger Kochsalzlösung zu sehen ist, senkrecht zur langen Axe über die Breitenflächen hinlaufende Wülste und blassere oder farblose Zwischenräume zwischen denselben.

Die Alkalisalze der Gallensäuren und die Galle selbst lösen nach älteren Beobachtungen (Plattner 1844), welche Kühne [3] durch neuere Versuche zur Evidenz brachte, die rothen Blutkörperchen der meisten Thiere auf, beim Menschen unter Erscheinungen, welche nach L. Hermann mit den auf die Wirkung von Chloroform oder Aether an den Blutkörperchen ablaufenden Erscheinungen übereinstimmen. Vergleiche darüber das spätere.

---

1) Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. VII, p. 184. Botkin, Virchow's Archiv. Bd. XV, p. 176. Bursy, über den Einfluss einiger Salze auf die Krystallisation des Blutes. Inaug. Diss. Dorpat 1863.

2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IX, p. 261.

3) Virchow's Archiv. Bd. XIV, p. 333.

c. Zucker wirken dem mikroskopischen Ansehen nach ähnlich auf die Blutkörperchen, wie die zuletzt genannten Salze. Mittlere Concentrationsgrade ihrer Lösungen härten die Blutkörperchen durch Wasserentziehung, und dabei kommen ähnliche Bilder zu Stande, wie nach der Wirkung von mittelmässig concentrirten Salzlösungen.

d. Alkalien [1] wirken im Allgemeinen in mittleren Concentrationen gleichmässig lösend auf alle Bestandtheile der Blutkörperchen mit Einschluss der Kerne. Speciell erwähnt sei von der auch hier reichen Mannigfaltigkeit der Bilder das folgende.

Für Kali und Natronlauge, Kalk-, Baryt- und Strontianwasser macht sich schon bei Concentrationen von 0.1 Grm. auf 100 Cub. Centim. Wasser eine auffallende Verschiedenheit von der Wasserwirkung geltend. Zuerst verwandeln sich die Blutkörperchen allerdings auch in gefärbte Kugeln, aber bald verlöschen sie spurlos. In dem kernhaltigen Blutkörperchen ist auf dem Stadium der gefärbten Kugel der Kern nur undeutlich noch zu sehen. Er scheint sich, ohne dass die Grenzen der gefärbten Kugel selbst sich wesentlich ändern, im Innern der Kugel zu verbreitern. Bald darauf hat man den Eindruck des Aufplatzens des Körperchens, und eben so rasch ist auch Alles mit sammt dem Kerne spurlos verschwunden. Der Eindruck des Aufplatzens kommt wie gesagt nur bei den kernhaltigen Blutkörperchen vor und zwar ebenso bei den elliptischen, wie bei den kernhaltigen, runden von Säugethierembryonen. Hat sich die Wirkung des im Blut vordringenden Reagens geschwächt, so bleibt oft das Platzen aus und während sich alles übrige ruhig aufgelöst hat, bleibt nur der Kern enorm vergrössert und gewöhnlich etwas eckig, in seinem Innern aber glatt zurück. Die letztere Erscheinung ist bei der Anwendung der alkalischen Erden häufiger zu beobachten, als nach der Einwirkung der reinen Alkalien. Für das Kalkwasser ist noch besonders hervorzuheben, dass oft, nachdem die gefärbten Kugeln entstanden sind und das Körperchen zu platzen droht, plötzlich der früher verbreitete Kern im Innern der Kugel zu einem stark glänzenden Körper zusammenfällt. Das Körperchen verblasst dann und der erwähnte centrale Körper bleibt von einem hellen, farblosen Hofe umsäumt zurück. Diese eigenthümliche Erscheinung kommt gewöhnlich nur im ersten Anfang der Kalkwasserwirkung vor.

e. Säuren [2] erzeugen leicht Niederschläge in den Blutkörperchen. Der Niederschlag erscheint entweder in eine glashelle, durchsichtige Substanz eingesprengt, die nach Aussen hin von der kreisförmigen oder elliptischen und oft gleichmässig mit einem Ruck sich erweiternden (Essigsäure, Kneuttinger l. c. p. 28) Umfassungslinie des Körperchens begrenzt wird, und gleichzeitig tritt der glänzender gewordene, oft etwas eckige oder aufgebläht und dunkelkörnig erscheinende Kern schärfer hervor (Essigsäure, verdünnte Jodtinctur), die

1) Kneuttinger, l. c. p. 39. 2) Kneuttinger, l. c. p. 28.

Kerne erscheinen zum Unterschiede von der entfärbten Substanz der Blutkörperchen mit Hämatin stark tingirt. Oder der Niederschlag erscheint in dem durch und durch körnig und trübe gewordenen Körperchen, welches sich wie gehärtet ausnimmt und gewöhnlich im langen Durchmesser etwas verkürzt erscheint. Bei solcher Wirkungsweise der Säuren erscheint der Kern oft nicht sehr scharf begrenzt, häufig aber erscheint er geschrumpft und von einem wallartigen leeren Ring umgeben, wie in einer Höhlung der Blutkörperchen-Substanz liegend (Chromsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Picrinsäure, Gerbsäure, concentrirtere Jodtinctur). Bei höheren Verdünnungsgraden geht die zweite der angeführten Wirkungsarten erst häufig in die erstere über, dann wie bei allen sehr verdünnten Säuren complicirt sich die Wirkung der Säure mit der des Wassers.

Die Essigsäure bringt in Concentrationen von 20 Grm. Essigsäurehydrat auf 100 Cub. Cent. Wasser an nach aufwärts die erstere der eben genannten Wirkungen am schönsten hervor. Die schöne Tinction des Kernes mit Blutfarbestoff, welche dabei auftritt, führt schon HENLE[1] an, KNEUTTINGER[2] bestätigt sie; man erhält sie am allerschönsten und überzeugendsten, wenn man einen Frosch oder Triton in Essigsäure bluten lässt, das Blut in der Säure schwenkt und dann den Bodensatz untersucht.

Die kernlosen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere werden durch die Essigsäure anfangs kugelig, später entfärben sich dieselben und bleiben so längere Zeit erhalten.

Einer besonderen Würdigung hat BRÜCKE[3] die Veränderungen unterzogen, welche 2% Borsäurelösung an den Blutkörperchen des frischen Tritonenblutes hervorbringt. Sehen wir, welche Veränderungen diesem Reagens entsprechen.

Die Körperchen erscheinen bald nach dem Zusatze, ähnlich wie nach bestimmten Wasserzusätzen in Ellipsoide verwandelt, mit häufig excentrisch liegenden Kernen. Endlich werden dieselben in grösserer oder geringerer Anzahl kugelig. Ferner beobachtet man Bilder wie die oben auch nach Zusatz von Wasser oder Salzlösungen erhaltenen (Fig. 73.) In anderen Körperchen erscheint der Kern allein intensiv gefärbt, die übrige Substanz nur schwach gefärbt oder völlig entfärbt und mit glattem Contur gegen die umgebende Flüssigkeit abgesetzt, ähnlich wie nach der Wirkung gewisser Verdünnungen zahlreicher anderer Säuren. Durch directe Beobachtung der Borsäurewirkung unter dem Mikroskope erfährt man, dass das letztere Bild nicht nothwendig aus den zuerst angeführten Bildern sich entwickelt. In den allermeisten Fällen färbt sich der Kern allmählig, ohne dass vom Rande des Körperchens her die Farbengrenze auf ihn zurücken würde, während in einem entsprechenden Maasse die Substanz des Blutkörperchens sich allmählig entfärbt. Eine ähnliche Tinction des

1) Allgemeine Anatomie. p. 431.
2) l. c. p. 28 und 29.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LVI, p. 79.

Kernes auf 2% Borsäurelösung erhält man auch noch, wenn man auf dem Objectträger angetrocknete Blutkörperchen damit behandelt. Hat man Blutkörperchen durch Frieren oder mittelst Entladungsschlägen oder durch Aether oder Chloroformdämpfe (wovon später gehandelt werden soll), so weit verändert, dass sie ihren Farbestoff völlig an das Serum abgegeben haben und behandelt sie dann mit 2% Borsäurelösung, so tingiren sich die Kerne auch noch aus der umgebenden Flüssigkeit. Brücke beobachtete unter der Wirkung der Borsäure ebenfalls das Heraustreten des Kernes aus dem Körperchen.

f. Will man in Bezug auf Säure- und Alkaliwirkung nur erfahren, welche Veränderungen der Blutkörperchen geringe Aenderungen der Acidität oder Alcalescenz der umgebenden Flüssigkeit hervorbringen, dann muss man wie W. Addison[1] um die Wasserwirkung der schwach sauren oder alkalischen Zusatzflüssigkeit zu vermeiden, diese noch durch Zusatz von Salz oder Zucker concentrirter machen. Man bemerkt bei solchen Versuchen, wie Addison richtig angiebt, dass beim Zusatz der sauren Flüssigkeit (mit ClH schwach angesäuerte Rohrzuckerlösung) die Blutkörperchen immer glatte Contouren bekommen und einen vermehrten Glanz zeigen, wogegen beim Zusatz der alkalischen Flüssigkeit (Kochsalzlösung mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht) die Blutkörperchen höckerig und rauh werden.

Schöner noch als bei diesen Versuchen treten ähnliche Erscheinungen auf, wenn man das Blut mit schwachen Strömen electrolisirt. Dass die Blutkörperchen am Alkalipol anfangs höckerig und stachelig werden, hat auch Neumann[2] gesehen, ebenso sah er das von Addison beschriebene Fadentreiben.

Die schwacher Alkaliwirkung entsprechende Form kann man nach Addison wieder in jene überführen, welche schwacher Säurewirkung entspricht und umgekehrt.

g. Harnstoff[3] in Form eines feinen Pulvers oder in wässerigen Lösungen herab bis zu einer Concentration von 30—25 Grm. auf 100 Cub. Cent. Wasser verändert die Blutkörperchen sehr intensiv, aber nicht alle in derselben Weise.

Im Amphibienblut werden immer einige gekerbt und schnüren dann Tröpfchen und kugelige Theilungsstücke ab. Andere verwandeln sich ohne Weiteres in Kugeln. Grosse und kleine Kugeln entfärben sich schliesslich. Während des Uebergangs in die Kugelgestalt stossen einzelne Körperchen den Kern aus. Der letztere vergrössert sich dann beim Frosch weniger, viel mehr beim Triton und nimmt das merkwürdige Ansehen eines weitläufigen von Maschen durchbrochenen Balkengitters an. Aehnliche Veränderungen erleiden

1) Quaterly Journal of microscop. Science 1861. Jan. Transact. p. 20. April. Journal, p. 81. (Henle's Jahresbericht für 1860, p. 14, 15.)

2) l. c. p. 679—681.

3) Hühnefeldt, Chemismus in der thier. Natur, 1840, p. 60. Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. VII, p. 184 u. 253. Rotkin, Virchow's Archiv, XX. p. 37. Hensen l. c. p. 264. Vintschgau, l. c. p. 13. Preyer, l. c. p. 432. Kneuttinger, l. l. p. 56.

die nicht ausgestossenen Kerne, wenn einmal die Kugeln sich entfärben, so dass der blasse helle Rest der Substanz des Blutkörperchens nur mehr wie ein kleiner Anhang des vergrösserten Kernes erscheint. Diese Gebilde anzusehen, als aus einem noch gefärbt daneben liegenden Blutkörperchen ausgetretene, kernhaltige Eiweisskugeln [1] beruht auf einer Missdeutung der beobachteten Erscheinungen.

Geht man zu niedrigeren Concentrationen der Harnstofflösungen über, dann kommt man bald auf solche, wo die Kerbung und Tröpfchenbildung immer seltener wird, vielmehr die meisten Blutkörperchen sofort rund werden, um später oft sammt dem Kern spurlos zu verschwinden. Die Kerbung des Randes und Tröpfchenbildung zeigen auf Harnstoff, auch die kernlosen Blutkörperchen der Säuger.

h. Neutrale, salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak (1 Grm. Carmin in 200 Cub. Cent. der Lösung) bringt an den Blutkörperchen die Wirkung des Wassers hervor. Im Amphibienblute findet man nach einiger Zeit die aufgeblähten Kerne roth tingirt. Anders verhält sich Carmin-Ammoniak zu den Blutkörperchen, wenn man die obige Lösung mit einer solchen Menge Kochsalz versetzt, dass das Gemisch $\frac{1}{2}$—1% ClNa enthält, daraus nehmen die Blutkörperchen, während sie sich ziemlich unverändert erhalten, in keinen ihrer Theile Carmin auf. Dagegen färbt sich der Kern sofort, wenn man das mit jenem Gemisch versetzte Blut frieren lässt, oder wenn man es mit Entladungsschlägen behandelt. Man kann dabei eine Reihe bemerkenswerther Erscheinungen beobachten, mit deren Verfolgung ich eben beschäftigt bin.

Immer findet man, wenn man Frösche oder Tritonen in jene salzhaltige Carminlösung bluten lässt, neben den erhaltenen rothen und weissen Blutkörperchen, deren Kerne auch nach langer Zeit nicht tingirt erscheinen, einzelne intensiv rothgefärbte, isolirte, freie Kerne. Im unveränderten Zustande nehmen also die Blutkörperchen von dem Farbestoff nichts in sich auf.

Eine besondere Veränderung hat Rindfleisch [2] an den Froschblutkörperchen auf Zusatz von löslichem Anilinblau beschrieben. Es soll eine kernhaltige, sich rasch blau färbende Kugel ausgestossen werden, man wird aber bei Concentrationen des Reagens von $\frac{1}{2}$ Grm. auf 100 Cub. Cent. nur die merkwürdige Erscheinung des Austrittes des Kernes aus den kugelig werdenden Blutkörperchen beobachten. Besonders auffallend ist, dass die Theile des Kernes, welche einmal den Contour des Körperchens überragen, sogleich beträchtlich quellen, so dass in dem Stadium das Bild des Kernes dem eines kurzen, grossköpfigen Nagels gleicht, der in die Substanz des Körperchens eingetrieben erscheint. Hat der Kern einmal das Körperchen vollständig verlassen, dann quillt er in allen Theilen, fängt an sich zu tingiren und noch weitere, aber noch nähere zu studirende Veränderungen einzugehen.

---

1) Kneuttinger, l. c. p. 58, Fig. IXb.
2) l. c. p. 10 u. 11.

gelernt hat, ebenfalls direct unter dem Mikroskope

α. Stricker[1] beschäftigte sich insbesondere Wechsel von CO_2 und Luft auf die Blutkörperchen vorbringt.

So lange das Blut unverändert war, bemerkte wähnten Erscheinungen im Mikrospectrum, und be Angaben[2]. Anders verhielten sich die durch W perchen.

Zur Bewässerung führte Stricker das Wasser sich sehr feine Abstufungen des Wassergehaltes er

Er beobachtete dann das Auftreten von Niede als in der Substanz des Körperchens beim Zuleit schläge schwanden auf O und kamen auf CO_2 wie die Erscheinung, wie schon früher A. Schmidt und Niederschlag, den sie mit CO_2 in der Substanz de hielten, gethan haben, als durch ausgeschiedenes solche Niederschläge zu erhalten, muss aber die B zur Entfärbung der Blutkörperchen getrieben sein.

Bei geringeren Wasserzusätzen sieht man nichts. Unter Umständen kommt das merkwürdige ches wir schon einige Male erwähnt haben, Fig. 7 wie eine leicht zu bestätigende Beobachtung Stric Ueberschuss von CO_2, das Blutkörperchen erschein gefärbt, um beim Zutritt von Luft das frühere Bild

Auf einer gewissen Stufe der Bewässerung w leiten der CO_2 höckerig und tritt schärfer hervor, glätten. Ist diese Stufe eben erreicht, dann sieht körperchen auf CO_2 kugelig werden, auf Luft seine men. Auch die Stechapfelform der Säugethierblut aufgehoben werden, um durch Luftzutritt wieder wie Stricker bemerkte, der Versuch nicht oft wie endlich die Stechapfelform stationär. A. Schmidt[3] unter Zerstörung der Blutkörperchen lackfarbig ma

β. Aether[4], Chloroform[5], Schwefelkohlensto

scheinungen an den Blutkörperchen direct, so sieht man,
scheiben der Rand sich wulstet (Hermann[1], A. Schmidt u
del[2]). An Stelle der centralen Depression erscheint ei
ziehung, der gebildete Trichter wird enger und schliesst si
erscheint nun als gefärbte Kugel. Methylchlorürgas wirkt
Die erstgenannten Dämpfe, nicht das letztere, bewirken
färbung der Kugeln.

Auf Amphibienblut wirken Aether- und Chloroformd
Körperchen anfangs fleckig werden, später vertheilt sic
gleichmässig, das Blutkörperchen erscheint der Fläche nac
Dagegen hat die Dicke am Rande zugenommen, so dass de
tiefung liegt. Nur wenige Blutkörperchen werden kugelig
färben sich schon im Zustand der gewulsteten Scheibe vö
dann sehr scharf hervor, so verhalten sich die zuletzt ang
chen, wenn man mit Aether oder Chloroformdampf gesch
während über das Präparat streichen lässt, und die Er
sich nicht wesentlich ab, wenn man mit der dampfges
bestimmten Intervallen wieder reine Luft wechseln lässt.

Werden die angeführten Reagentien flüssig dem Blute
ken Aether und Chloroform ähnliche Veränderungen, nur
grössere Anzahl von Blutkörperchen kugelig. Alkohol er
schläge und unregelmässiges Schrumpfen.

Ansichten über den Bau der rothen Blutk
werden in der Darlegung derselben nur zurückgehen a
zwar schon vor Schwann ausgesprochene, aber durch Sc
die thierische Zelle zur Herrschaft gelangte Ansicht, dass
perchen Bläschen seien, bestehend aus einer Hülle und
Inhalte, anfing erschüttert zu werden.

Die Angriffe der Gegner dieser Annahme richteten s
dem Max Schutze (1861) nachgewiesen hatte, dass eine Ze
wendiger Bestandtheil der Zelle nicht in der Erfahrung b
die Membran der rothen Blutkörperchen. Nothwendig n
Abwesenheit einer Membran auch die Vorstellungen beein
sich von dem früher als farbigen Inhalt bezeichneten Bo

fast allgemein gelehrt, erst in neuerer Zeit hat sich eine allerdings nur vereinzelt dastehende gegentheilige Behauptung (Böttcher[1]) kund gegeben. Hier auf die Kernfrage noch näher einzugehen, halte ich nach den im Früheren vorgebrachten positiven Angaben für nicht nothwendig, und verweise auf die bezüglichen Mittheilungen von Böttcher, Klebs[2], A. Schmidt und Schweigger-Seidel[3].

Anders ist es mit der Frage, ob die rothen Blutkörperchen eine Membran besitzen oder nicht.

In Bezug darauf muss man, glaube ich, von vornherein zugeben, dass der Auffassung des Blutkörperchens als Bläschen in dem Sinne, wie es nachweislich eine grosse Zahl von Histologen nach Schwann gethan hat, gewichtige Gründe schon durch die Gestalt der Blutkörperchen entgegengestellt werden.

Eine mit Flüssigkeit erfüllte Blase, deren Wände nicht unnachgiebig sind und die wieder in einer Flüssigkeit schwimmt, kann man sich in jeder Gestalt eher vorstellen, als von zwei nach aussen concaven (Säugethiere) oder convexen (Vögel, Amphibien, Fische) Flächen und einer kreisförmigen oder elliptischen Zone von bestimmter Höhe begrenzt.

Schwann[4] hob das Rundwerden der Blutkörperchen auf Wasserzusatz als Beweis für die Bläschennatur derselben hervor, sie müssten sonst zwar aufquellen und farblos werden, aber ihre Form wie ein quellender Schwamm beibehalten. Die Erklärung der Wasserwirkung durch Anspannung der Membran um den durch Endosmose vermehrten flüssigen Inhalt des Bläschens wurde darauf auch fast allgemein angenommen, eben so wie man auf den entgegengesetzten Diffusionsstrom das Faltigwerden der Oberfläche beim Salzzusatz zurückzuführen suchte. Brücke[5] zeigte aber, dass weder die Erfolge des Wasser- noch auch des Salzzusatzes die Bläschennatur der Blutkörperchen zu beweisen vermögen.

Stützt man sich auf die Versuche, welche man an den rothen Blutkörperchen mit Hülfe mechanischer Eingriffe vornehmen kann (s. oben), so wird man sich ungeachtet aller gegentheiligen Angaben abmühen können, ohne nur einmal auf ein Bild zu stossen, welches unwiderleglich als die zerfetzte und entleerte Umhüllungshaut und auf keine andere Weise gedeutet werden könnte. Während die Veränderungen ablaufen, welche Entladungs- und Inductionsströme und das Frieren an den Blutkörperchen hervorbringen, ist in keinem Stadium derselben irgend etwas zu sehen, was für die Anwesenheit einer Membran sprechen würde.

Im Gegentheile, das Austreten der Kerne, das Ineinanderfliessen der gefärbten Kugeln, das mechanische Verhalten der nach Abgabe des Farbestoffes

---

1) Virchow's Archiv, Bd. 36 u. 39. 2) Virchow's Archiv, Bd. 38.
3) Königl. sächs. Gesellschaft etc. math. phys. Classe 1867, p. 190.
4) Ueber die Uebereinstimmung in Structur und Wachsthum der thierischen und pflanzlichen Organismen. Berlin 1839, p. 74.
5) Berichte der Wiener Akademie, Bd. XLIV, p. 389.

zurückbleibenden farblosen Reste, alles das spricht gegen die Membran. Die Erfahrungen bei solchen Versuchen waren vielmehr die Veranlassung dazu, dass man annahm (ROLLETT)[1], dass in den Bau der gefärbten, elastisch dehnbaren Substanz der rothen Blutkörperchen, welche bei allen Thieren die grösste Uebereinstimmung zeigt, ein Stroma eingehe, welches zunächst die Form und die eigenthümlichen mechanischen Eigenschaften der Blutkörperchen bedingen sollte. Dabei wurde von der schon damals als sehr complicirt erwiesenen chemischen Constitution der Blutkörperchen-Substanz abgesehen und nur gezeigt, dass durch eine Reihe von Einflüssen sichtlich der Farbestoff unter gleichzeitiger Erhaltung wesentlicher Eigenschaften des Stromas von demselben getrennt werden könne.

Die Erscheinungen, welche eine Reihe von Reagentien (Harnstoff, Chloroform, Aether) an den rothen Blutkörperchen hervorbringen, und eben so die von MAX SCHULTZE beschriebenen Erscheinungen auf Wärmezufuhr, liessen sich mit jener einfachen Annahme gut in Uebereinstimmung bringen. Freilich wurde gegen alle diese Versuche vielfach eingewendet, dass man sich die Membran nur in hohem Grade dehnbar vorzustellen brauche, dass man nur annehmen müsse, dass durch die erwähnten Einflüsse die Membran rasch und zuerst zerstört werde, um bei dem »zähen«, »festweichen«, »gallertartigen« Zustande des Inhaltes der Blutkörperchen, die obigen Erscheinungen auch bei dem ursprünglichen Vorhandensein einer Membran zu begreifen. Die Annahme, dass unter den berührten Umständen eine Membran zerstört werde, kann aber wieder nur durch den Nachweis ihrer Existenz begründet werden.

Den letzteren halten wir aber nicht für gegeben, wenn man auf die Bilder hinweist, die eine Reihe von Reagentien (Säuren) an den Blutkörperchen hervorbringen. Wir haben im letzteren Falle viel mehr Grund an Kunstproducte zu denken, als die Gegner Grund haben in den früher angeführten Fällen die Zerstörung einer natürlich vorhanden gewesenen Membran anzunehmen. Es müsste der Beweis der Präexistenz der Membran wieder erst geliefert werden.

Eine Bedeutung in Bezug auf die Membranfrage kommt auch den früher öfter erwähnten (Fig. 73 — *a*, — *b*,) eigenthümlichen Bildern am Amphibienblutkörperchen zu.

Man hat dabei von einer Retraction des Zellinhaltes von der Membran gesprochen. Man kann damit ferner auch die Bilder zusammenhalten, welche REMAK[2] und später PREYER[3] von sich theilenden Blutkörperchen beschrieben haben, wobei die Theilungsfurche einen farbigen Antheil des Blutkörperchens einschnürte, während zwischen dem eingefurchten Theil und der Umfassungslinie eine glashelle Substanz (die leere Membran) sichtbar wurde.

HENSEN[4], welcher den ersterwähnten Bildern eine eingehendere Betrach-

1) l. c. Bd. XLVI, p. 73, 94, 95 u. 98.
2) MÜLLER's Archiv 1858, p. 178, Taf. VIII.
3) VIRCHOW's Archiv, Bd. XXX, p. 417, Taf. XV, Fig. 26 u. 27.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XI, p. 260 u. f.

tung widmete, suchte das Zurückziehen des Inhaltes von der Membran, welche letztere ihm eben durch die Beobachtung jener Bilder erwiesen schien, dadurch zu erklären, dass er den rothen Blutkörperchen ein Protoplasma zuschrieb, welches um den Kern und an der inneren Oberfläche der Membran angesammelt (Primordialschlauch) durch zarte, radiär verlaufende Fäden verbunden sein und in seinen Lücken die gefärbte Zellflüssigkeit enthalten sollte.

Er stützt die letztere Annahme vorzugsweise auf den Nachweis der vom Kerne ausstrahlenden farblosen Fäden und es ist bekannt, dass darüber auch ähnliche Beobachtungen anderer Histologen vorliegen.

Allein abgesehen von diesen Fäden, die gewiss kein constantes Gebilde im Blutkörperchen darstellen, da man nur unter besonders glücklichen Umständen auf sie zu stossen scheint, müsste nach Hensens Darstellung das Protoplasma im ganzen Blutkörperchen vertheilt einen beträchtlichen Antheil an der Bildung der Blutkörperchensubstanz haben: Es wird nun zwar häufig die Bezeichnung Protoplasma in einer Weise benutzt, dass man nicht daran zweifeln kann, dass die Fixirung derselben auf einen bestimmten Begriff noch zu den frommen Wünschen gehört. Wenn man sich aber an die Erscheinungsweise und die hervorstechendsten Eigenschaften der von Max Schultze [1] und von Kühne [2] behandelten Protoplasmamassen hält, und wenn man noch überdies, wie später sich ergeben wird, bei der Entwicklung der rothen Blutkörperchen wahrnimmt, dass diese auf Kosten von aus contractilem Protoplasma bestehenden Zellen sich bilden, bei welcher Metamorphose eben die wesentlichen Eigenschaften des letzteren verloren gehen, dann wird man gegen die Annahme Hensens seine Bedenken nicht unterdrücken können. In der That haben die Bilder, welche Hensen zu der eben erwähnten Ansicht führten, auch eine ganz andere Deutung erfahren.

Brücke [3], welcher solche Bilder nach der Wirkung der 2% Borsäure beobachtete, stellt sich ein poröses Gebilde vor aus an sich bewegungsloser sehr weicher, farbloser, glasheller Substanz, ferner stellt er sich den Leib eines lebenden Wesens vor, dessen centraler Theil den Kern eines kernhaltigen Blutkörperchens bildet und frei ist von Haemoglobin, während der übrige Theil die ganze Masse desselben enthält.

Den letzteren Theil denkt sich Brücke so in den Zwischenräumen der porösen Masse liegend, dass er dieselben vollständig ausfüllt, dabei aber mit dem pigmentfreien Theile ein zusammenhängendes Ganzes bildet. Die farblose, poröse Substanz nennt er Oikoid. Alles übrige zusammen Zooid. Dadurch, dass das Zooid sich vollständig oder theilweise vom Oikoid zurückzieht, erklärt sich das Entstehen der oben erwähnten Bilder.

Stricker [4] schliesst sich in Bezug auf das Oikoid an Brücke an, den den

1) Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen, Leipzig 1863.
2) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, Leipzig 1864.
3) Wiener Berichte, Bd. LVI, p. 79.
4) Pflüger's Archiv 1868, p. 591.

Farbstoff enthaltenden Theil, welcher sich unter Umständen auf den Kern zurückzuziehen vermag, nennt STRICKER, indem er dem Kern mehr Selbständigkeit zugesteht und auf die Analogie zwischen Amphibien- und Säugethierblutkörperchen hinweist, den Leib.

Sind die rothen Blutkörperchen im Ganzen, oder ist der als Zooid (BRÜCKE) oder Leib (STRICKER) bezeichnete Theil derselben contractil.

KLEBS[1] bezeichnete auf Grund der von ihm angeführten, von MAX SCHULTZE aber seither widerlegten Temperatur-Einflüsse die Blutkörperchen der Säugethiere als contractile Gebilde, die Maulbeerform sollte dem bewegten, die Backschüsselform dem ruhenden, die Kugelform dem Zustande des Todes entsprechen. ROLLETT[2] sprach sich bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Wirkung des Entladungsstromes auf die Blutkörperchen gegen die Annahme einer Contractilität der letzteren aus.

Er stützte sich dabei auf die Thatsache, dass man die rothen Blutkörperchen innerhalb der Gefässe des lebenden Thieres stets nur in passiver Bewegung sehe, dass Blutkörperchen, welche Monate lang ausserhalb des Organismus aufbewahrt waren, und dass Blutkörperchen in sauerstofffreiem mit Kohlensäure geschwängertem Blute, oder in mit Kohlenoxyd vergiftetem Blute sich gegen elektrische Schläge noch wesentlich ebenso verhalten, wie solche, welche frisch den lebenden Thieren entnommen worden waren.

MAX SCHULTZE[3] glaubte mit Bezug auf seine Versuche über den Einfluss der Wärmezufuhr ebenfalls wenigstens den kernlosen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere keine Contractilität zuschreiben zu können, und ähnlich äusserte sich KÜHNE[4].

Es wird aber hier wieder nur darauf ankommen, auf welchen Begriff man die Bezeichnung Contractilität fixiren will. BRÜCKE, indem er sich in seiner angeführten Abhandlung darüber rechtfertigt, dass er von der Contraction des Zooid als eines lebenden Wesens spricht, sagt, dass es uns nichts nützen würde, wenn wir die Scheidung des Zooid vom Oikoid nicht auf eine Contraction des ersteren, sondern etwa auf eine Gerinnung zurückführen wollten. wir hätten keine Garantie dadurch der Wahrheit näher gekommen zu sein. Eine Bewegung, welche man mit dem Namen Contraction bezeichnen kann, finde sicher statt, die gefärbte Masse rücke von allen Seiten auf den Kern. Was die Ursache dieser Contraction sei, und ob wir sie ihrem Wesen nach vergleichen können mit der Contraction einer sterbenden Amöbe, das werde vielleicht noch lange dunkel bleiben. Anf die Erhellung dieser Dunkelheit kommt es aber ja gerade an.

Chemische Skizze der rothen Blutkörperchen. Der bestbe-

1) Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1863, p. 851.
2) Wiener acad. Berichte, Bd. L, p. 190—200.
3) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. I, p. 33 u. 34.
4) Physiolog. Chemie, Leipzig 1866, p. 191.

kannte Bestandtheil der rothen Blutkörperchen ist das Hämoglobin. Dasselbe kann leicht im krystallisirten Zustande erhalten werden.

Die Hämoglobinkrystalle sind als Blutkrystalle schon seit längerer Zeit bekannt und Gegenstand mikroskopischer Beobachtung.

Ihre erste Bekanntschaft machte man zufällig. Reichert [1] beobachtete sie an einem Spirituspräparate vom Meerschweinchen in Form von Tetraedern. Funke [2], Kunde [3], Lehmann [4] gewannen die Krystalle später methodisch aus gewässertem Blute und man erfuhr, dass die Farbstoffkrystalle sich aus dem Blute verschiedener Thiere in verschiedenen, aber für dasselbe Thier meist sehr regelmässig wiederkehrenden Krystallgestalten ausscheiden, welche man anfänglich sogar in sehr verschiedene Krystallsysteme verlegte.

Später lernte man die Thatsache kennen, dass die Blutkrystalle nicht nur erhalten werden können, wenn man durch Wässern des Blutes die Körperchen zerstört, sondern dass eine ganze Reihe von Einflüssen, welche das Blut durch Zerstörung der Körperchen lackfarbig machen, auch die Ausscheidung von Hämoglobinkrystallen zur Folge haben. So z. B. das Frieren und Wiederaufthauen (Rollett), das Behandeln mit Entladungsschlägen (Rollett), die Veränderung der Blutkörperchen am positiven Pol einer constanten Kette (A. Schmidt, Rollett), Erwärmung des Blutes im Wasserbade auf 60⁰ (M. Schultze), Zusatz von gepulverten Salzen (Bursy), Einleiten oder Zusatz von Aether (v. Wittig) oder Chloroform (Böttcher), die Alkalisalze der Gallensäuren (Kühne). Aus jedem Tropfen solchen lackfarbigen Blutes kann man auf dem Objectträger eine grössere Menge schöner Krystalle erhalten. Die auf diese Weise in immer grösserer Zahl und genauer untersuchten Blutkrystalle verschiedener Blutsorten haben sich als zwei verschiedenen Systemen angehörig erwiesen. Zuerst zeigte von Lang [5], dass die bis dahin für regulär gehaltenen Tetraeder aus dem Meerschweinchenblut zwischen gekreuzten Nicols im Polarisationsmikroskop betrachtet, in 4 Azymuthen hell und in 4 Azymuthen dunkel erscheinen, und dass sie ihren optischen Eigenschaften gemäss in's rhombische System gehören, dass sie ferner mit dem in dasselbe System gehörigen prismatischen Krystallen des menschlichen Blutes verglichen, das folgende ergeben. Die Axenlängen der Prismen des menschlichen Blutes verhalten sich nach Messungen der spitzen Winkel der rhombischen Begrenzungselemente (54^0 1′.), sowie 1 : 1,96=1 : 2.0,98, wenn man die zweite Axenlänge durch 2 dividirt, würden also die beiden Axen nahezu gleich lang werden, was mit den Krystallen aus dem Meerschweinchenblut sehr gut übereinstimmt.

Die Krystalle weitaus der meisten Thiere treten aber entweder als reine Tetraeder, oder Tetraeder mit abgestumpften Kanten oder Ecken auf, oder sie

1) Müller's Archiv, Jahrgang 1849, p. 197.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. I, p. 172 u II. Bd. p. 199.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. II, p. 271.
4) Handbuch der physiol. Chemie, Bd. I. p. 365 und II. p. 151.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 46. p. 85 u. d. f.

erscheinen als rhombische Prismen wie beim Menschen, worüber man W. PREYER's neueste Abhandlung [1] vergleichen möge.

Nur die Blutkrystalle vom Eichhörnchen, die schon früher als sechseckige Tafeln beschrieben waren, erscheinen, wie VON LANG [2] zeigte, als sechseckige, dem hexagonalen Systeme angehörige Tafeln.

v. LANG wies auch zuerst nach, dass die Hämoglobinkrystalle mit nur einem Nicol über oder einem unter dem Object untersucht in 2 Azymuthen andere Farben darbieten, als in den 2 dazwischen liegenden, dass sie also nach der Krystallgestalt orientirte Lichtabsorptionserscheinungen darbieten (Pleochroismus).

Ausser dem Hämoglobin hat man den Blutkörperchen eine Reihe von anderen Substanzen zugesprochen, welche deren farblosen Antheil constituiren, aber bei verschiedenen Thieren in sehr wechselnder Menge vorhanden zu sein scheinen. Dahin gehören Eiweisskörper. Das Globulin oder Paraglobulin KÜHNE's, es ist erst in den durch Wasser bis zu einem gewissen Grade veränderten Blutkörperchen durch CO_2 zu fällen (KÜHNE, A. SCHMIDT, STRICKER). Ferner ein Eiweisskörper, welcher noch sehr angelegentlich studirt werden müsste, der von HOPPE fibrinähnlich, von HEYNSIUS geradezu Fibrin genannt wird.

Protagon haben L. HERMANN und HOPPE, Lecithin der Letztere im Stroma der Blutkörperchen nachgewiesen. Die Blutkörperchen enthalten zu Folge ihres Hämoglobingehaltes O in wechselnder Menge. CO_2 hat A. SCHMIDT in denselben nachgewiesen. Zu den genannten Stoffen tritt noch eine gewisse Menge qualitativ von den Mineralen des Plasmas abweichender Salze.

Die farblosen Formbestandtheile des Blutes. Unter diesen sind vor Allem die weissen Blutkörperchen zu nennen. Dieselben wurden schon von HEWSON von den farbigen unterschieden, und die grösste Anzahl derselben zeichnen sich durch die lebhaften Bewegungen [3], welche sie auszuführen im Stande sind, aus.

MAX SCHULTZE [4], welcher sich in neuerer Zeit eingehender mit diesen Formen beschäftigte, unterscheidet im menschlichen Blute mehrere Arten derselben.

Runde, die Grösse der rothen Blutkörperchen nicht erreichende Zellen mit einer dünnen Schichte von Zellsubstanz um einen oder zwei runde oder gegen einander abgeplattete Kerne.

An diese reihen sich Formen an, welche die Grösse der gewöhnlichen farbigen besitzen mit Kernen, wie die ersteren. Endlich kommen die fein und grobkörnigen, amöboiden Zellen und Uebergänge zwischen den letzteren.

Im frisch abgelassenen Blute erscheinen dieselben als mehr rundliche,

---

1) PFLÜGER's Archiv, Jahrgang 1868. p. 365. 2) l. c. p. 89.

3) WHARTON JONES, philosoph. Trans. 1846, DAVAINE, Mémoire de la Societé de biologie 1850, T. II, p. 103. LIEBERKÜHN, MÜLLER's Archiv 1854, p. 11 und d .f.

4) Archiv für mikroskop. Anat. Bd. I, p. 9.

unregelmässig verzogene Formen. Auf die Temperatur von 35°—40° Cels. erwärmt, gerathen sie in lebhafte, den kriechenden Bewegungen einer Amöbe ähnliche Bewegungen. Bei einer Steigerung der Temperatur über 40° Cels. hören die Bewegungen auf und die Zellen erhärten.

Während sie sich lebhaft bewegen, nehmen sie Farbestoffkügelchen (Carmin, Anilinblau) und auch Milchkügelchen in die Substanz ihres Leibes auf. In Bezug auf die weiteren Eigenschaften dieser echten Protoplasmamassen verweise ich auf Capitel I. dieses Handbuches.

Ausser den weissen Blutkörperchen führt M. Schultze als einen constanten Bestandtheil des menschlichen Blutes unregelmässige Klümpchen farbloser Kügelchen an, die sich wie zerfallene Zellsubstanz ausnehmen.

Eine oft in der Literatur verzeichnete Angabe ist es, dass unter Umständen Fetttröpfchen im Blute angetroffen werden, oft in solcher Menge, dass das Serum dadurch ein milchiges Ansehen erhält, so bei saugenden Thieren (Schlemm, Joh. Müller)[1] und nach Fettgenuss (Kühne[2], Kölliker[3]). Das ins Blut gelangte Fett scheint aber sehr bald wieder aus demselben zu verschwinden. In der Mittheilung über Schlemm's Beobachtung an saugenden Katzen sagt Joh. Müller[4], dass milchiges Serum sich nur fand, wenn die Thiere kurz vorher Milch getrunken hatten.

Als eines weiteren Formbestandtheiles ist endlich noch der sogenannten Elementarkörperchen von Zimmermann[5] zu gedenken. Man hat für dieselben die Bedeutung von Generatoren der Blutkörperchen in Anspruch genommen. Nach dem Verfahren von Zimmermann aus gesalzenem Blute dargestellt, sind aber die meisten derselben leicht kenntliche Artefacte, die farblosen Reste zerstörter, rother Blutkörperchen (Hensen). Es wäre nicht zu verwundern, wenn solche auch manchmal im frisch aufpräparitem Blute gefunden würden (Kneuttinger). Endlich hat Max Schultze darauf hingewiesen, dass die kleinsten der Zimmermann'schen Elementarkörperchen mit seinen früher erwähnten Körnchenbildungen übereinstimmen.

Was die Zahl der weissen Blutkörperchen anbelangt, so sind dieselben im normalen Blute in viel geringerer Menge enthalten, als die rothen, ihre Zahl unterliegt grösseren Schwankungen als die der rothen.

Die Schwankungen hängen ab vom Lebensalter, von dem Geschlecht, von der Nahrungsaufnahme und von dem Gefässbezirk, aus welchem das untersuchte Blut genommen wurde.

Unter allen diesen verschiedenen Verhältnissen wurden Zählungen der

---

1) Frorieps Notizen, Bd. 25. 1829, p. 121.

2) Physiolog. Chemie. p. 181.

3) Gewebelehre, 1867, p. 620. 4) l. c.

5) Rust's Magazin, Bd. 66, p. 171. Virchow's Archiv, Bd. XVIII, p. 221, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. XI, p. 344. Hensen, l. c. p. 259. Max Schultze l. c. p. 39. Kneuttinger, l. c. p. 5.

weissen Blutkörperchen nach der bei den rothen Körperchen angeführten Methode ausgeführt [1].

Im Mittel kommt nach WELKER auf 335 rothe Körperchen, nach MOLESCHOTT auf 357 rothe ein weisses Körperchen.

Knaben ergaben ein farbloses auf 226 farbige, Männer auf 346, Greise auf 381, Mädchen auf 389, menstruirte Mädchen auf 247, dieselben Mädchen nicht menstruirt auf 405, Schwangere auf 281 (MOLESCHOTT).

HIRT fand früh Morgens im nüchternen Zustande ein weisses Körperchen auf 716 rothe, eine halbe Stunde nach dem Frühstück 1:347 rothen, 2—3 Stunden später 1:1514, 10 Minuten nach dem Mittagsessen 1:1592, eine halbe Stunde nach dem Mittagsessen 1:429, 2 bis 3 Stunden nach dem Mittagsessen 1:1481, ½ Stunde nach dem Abendessen 1:544, 2—3 Stunden nach dem Abendessen 1:1227.

In der Vena lienalis fand HIRT das Verhältniss 1:60 in der Arteria lienalis 1:2260, in der vena hepatica 1:170, in der vena portae 1:740.

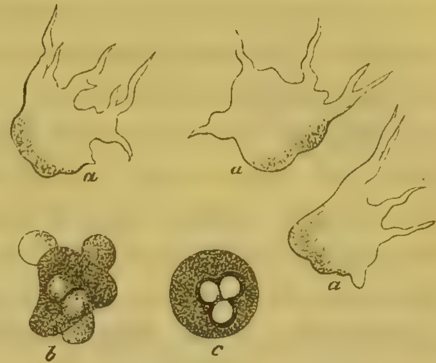


Fig. 74.

In dem Blute des Frosches kann man gleichfalls mehrere Arten farbloser Formbestandtheile unterscheiden (RINDFLEISCH [2], KNEUTTINGER [3], GOLUBEW [4]) Fig. 74 *a*. Die gewöhnlichen amöboiden Zellen, und die mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllten sogenannten Körnchenzellen.

Sie zeigen, die ersteren, Fig. 74, lebhafter, die letzteren etwas weniger lebhaft im abgelassenen Blute die mannigfachsten, sich mit Ortsveränderungen veknüpfenden Formenwechsel, und nehmen dabei gleichfalls Milchkügelchen und Farbestoffpartikelchen in sich auf (RECKLINGHAUSEN)[5]. PREYER [6] sah, wie die Theilstücke rother Blutkörperchen im Extravasatblut von Amphibien von weissen Blutkörperchen aufgenommen werden und erklärte so das Zustandekommen der dort vorfindlichen sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen. Auf Entladungs- und Inductionsströme von passender Stärke werden diese Zellen rund (NEUMANN [7], GOLUBEW [8]) ähnlich, wie nach KÜHNE gereizte Amöben.

---

1) WELKER, Prager Vierteljahrsschrift, l. c. MOLESCHOTT, Wiener medicin. Wochenschrift, 1854, Nr. 8. HIRT, de copia relativa corpusculorum sanguinis alborum Diss. inaug. Lips. 1855. E. DE PURG, VIRCHOW's Archiv, Bd. VIII, p, 301. MARFELS, MOLESCHOTT, Untersuchungen zur Naturlehre etc. Bd. I, p. 61. LORANGE, Quomodo ratio cellularum alb. et rub. mutetur etc. Diss. inaug. Regiomont. 1856.

2) l. c. p. 21. 3) l. c. p. 10 u. s. f.

4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LVII. p. 555.

5) VIRCHOW's Archiv, Bd. 28, p. 185. Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862, p. 22.

6) l. c. p. 423. 7) REICHERT u. DU BOIS Archiv 1867, p. 31. 8) l. c. p. 555.

Wie Golubew zeigte, fangen die auf den Reiz contrahirten Zellen des Frosches ihre Bewegungen wieder an. Der Modus dieser wiederkehrenden Bewegungen ist aber ein anderer als der, welcher vor der Reizung vorhanden war. Waren die ausgestreckten Fortsätze früher wie gewöhnlich conisch und fein zugespitzt, so sind sie nach dem Wiederbeginn der Bewegung rund und kürzer und breiter, sie werden rasch vorgetrieben und wieder eingezogen, um an einem nebenliegenden Orte wieder zu erscheinen, so dass eine Art von Fliessen um das Körperchen entsteht, Fig. 74 *b*, erst nach einiger Zeit kehrt die ursprüngliche Bewegungsform wieder, in anderen Fällen breitet sich das Körperchen bei der Wiederkehr der Bewegung in einen flachen Kuchen aus. Aus jeder einzelnen dieser Phasen stellen verstärkte Reize sogleich wieder die Kugelgestalt her. Fig. 74 *c*.

Durch fortgesetzte starke Schläge werden die weissen Blutkörperchen zerstört, es tritt in den aufquellenden Zellen Molekularbewegung ein, oder sie werden endlich zum Platzen gebracht und entleeren ihre Körnchen. Eine grössere Menge dieser Zellen bekommt man im isolirten Zustande sehr schön zur Beobachtung, wenn man einen frischen Blutstropfen vom Triton oder Frosch auf ein Deckgläschen bringt, mit diesem in eine feuchte Kammer schliesst und den frei hängenden Tropfen gerinnen lässt. Man sieht sehr bald, nachdem einmal die Serumzone an den Grenzen des Coagulum aufgetreten ist, dass in diese Zone durch eine lebhafte Auswanderung aus dem Coagulum zahlreiche, amöboide Zellen hineingelangen und auch der Kuchen an seiner Oberfläche mit solchen sich dicht besetzt.

Sclarewsky [1] hat diese Erscheinung des Heraustretens der weissen Blutkörperchen aus dem Coagulum ausführlicher behandelt, indem er es an in dünnen Glasröhrchen geronnenem Blute beobachtete. Für die Isolirung der Zellen zur mikroskopischen Beobachtung eignet sich der eben angeführte einfache Versuch weit besser und die Beobachtungen, welche man dabei über die Details der Wanderungen der einzelnen Zellen machen kann, sprechen dafür, dass die selbständigen Bewegungen der Zellen das hauptsächlichste, wenn nicht ausschliessliche Moment für die Auswanderung abgeben. Die Ursachen, welche man für diese zur Auswanderung führenden Bewegungen annehmen muss, sind erst näher zu ermitteln.

Ausser diesen beweglichen Zellen kommen im Froschblut jeder Zeit einzelne, wenige farblose Gebilde von dem Ansehen frei gewordener Kerne vor. Endlich trifft man noch in einer nach den Jahreszeiten wechselnden Zahl im Froschblut die zuerst von Recklinghausen [2] genauer gewürdigten Spindelzellen an. Im Froschblut sind sie besonders im Frühjahre in grosser Zahl enthalten. Sie besitzen eine glänzende, glatte Zellsubstanz und einen körnigen ovalen Kern.

---

1) Pflüger's Archiv, 1868, p. 660.
2) Max Schultze's Archiv, Bd. II, p. 137.

Von Recklinghausen, der uns mit der merkwürdigen Thatsache bekannt machte, dass in abgelassenem Froschblute nach einiger Zeit, wenn es in feuchter Luft aufbewahrt wird, ein lebhafter Zellenbildungsprocess vor sich geht, der schliesslich zur Entstehung von rothen Blutkörperchen führt, hat auch Mittheilungen über die zu beobachtenden Zwischenformen gemacht. Desgleichen haben Sclarewsky [1] und Golubew [2] später sich mit diesen Uebergangsformen zwischen weissen und rothen Blutkörperchen beschäftigt. Den betreffenden Angaben ist zu entnehmen, dass in die Reihe dieser Zwischenformen auch die schon von früheren Beobachtern (Wharton Jones [3], Hensen [4] beschriebenen, im Froschblute vorkommenden blassen, den rothen Blutkörperchen im übrigen ähnlichen Zellen zu stellen sein werden.

Wir sind durch die zuletzt angeführten Thatsachen unmittelbar zu den schwierigen Fragen nach der Entstehung und Regeneration der organisirten Bestandtheile des Blutes geführt.

Entwicklung der Blutkörperchen. Die ersten farbigen Blutkörperchen beim Hühnchen entstehen gleichzeitig mit der Anlage der ersten Gefässbahnen im Fruchthofe (Afanasieff [5]) oder im Gefässhofe und undurchsichtigem Fruchthofe (His [6]), und zwar schnüren sich dieselben von den Wänden der Gefässräume ab (Afanasieff) und halten anfangs zu inselförmigen Gruppen zusammen (Blutinseln, Wolf und Pander), oder entstehen nach der Ansicht von His gruppenweise in grösseren Protoplasmakugeln in den Wandungen der Gefässe und brechen später in das Lumen ein. Erst nach dem Zusammentritt der Gefässe mit dem Herzen werden diese für den Stromstoss bereit liegenden, erst entstandenen Blutkörperchen einzeln oder oft noch in Haufen zusammenhängend (His) weggeschwemmt. Die ersten Blutzellen zeigen noch zahlreiche Vorsprünge und Auswüchse (His). Ferner zeigen die während des ferneren Eilebens circulirenden farbigen Blutkörperchen zahlreiche, auf Theilungsvorgänge zu beziehende Bilder, welche von Remak [7] beschrieben und abgebildet wurden.

Im Schwanze jüngerer Froschlarven findet man die neugebildeten Gefässe, angefüllt mit eigenthümlichen kurzen, gedrungenen, von zwei Seiten her nur etwas abgeglatteten Spindeln, welche sehr leicht gelblich tingirt und mit mehreren Dotterkügelchen erfüllt, im übrigen glatt erscheinen.

Neben diesen anfänglichen Zellen treten, wie es scheint, mit der fortschreitenden Entwicklung des Darmtractes eine immer grössere Menge weisser Blutkörperchen auf. Die mit den Dotterkörnchen erfüllten Zellen treten dagegen immer mehr zurück. Man stösst dann auch bald auf die beim ent-

1) Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1867, p. 865.
2) l. c. p. 566. 3) Philosophical Transactions 1846. 4) l. c. p. 263.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LIII, p. 560.
6) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868. p. 95.
7) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855, p. 164. Müller's Archiv 1858, p. 178.

wickelten Thiere beschriebenen Uebergangsformen und auf farbige Blutkörperchen von der gewöhnlichen im Froschblut enthaltenen Form.

Bei den Säugethieren beobachtet man im Embryonalblute anfänglich kernhaltige, sich theilende farbige Blutkörperchen; später treten auch hier diese Formen mehr zurück, dafür gelangen bei der weiteren Entwicklung des Embryo (der Milz, Kölliker) zahlreiche weisse Blutkörperchen in das Blut[1] (das Leberblut, Kölliker), wo sie sich in farbige, kernhaltige Blutkörperchen metamorphosiren. Bis zu einer bestimmten Periode des Embryonallebens findet man nur kernhaltige, rothe Blutkörperchen (Kölliker.) Die kernlosen treten erst später und dann in immer grösserer relativer Anzahl auf. Kernlose sind nach Kölliker l. c. bei Schafembryonen von 3½″ noch nicht vorhanden, bei 9″ langen selten, erst bei 13″ langen machen sie die Mehrzahl. Nach Robin[2] soll bei menschlichen Embryonen von 30 Millim. die Hälfte der Blutkörperchen kernlos sein. Einzelne kernhaltige findet man noch bei viermonatlichen Embryonen und auch in späteren Lebensaltern.

Rothe Blutkörperchen können, wie schon früher angeführt, auch im Blute entwickelter Thiere noch in grösserer Anzahl neugebildet werden, und zwar geschieht das, wie man nun für den Frosch durch von Recklinghausen und neuerlich durch Golubew weiss, auf Kosten der farblosen Blutkörperchen.

Theilungen der rothen Blutkörperchen werden bei den entwickelten Thieren überhaupt nur vereinzelt beobachtet.

Ob die farblosen Blutkörperchen in allen Fällen noch innerhalb des kreisenden Blutes und durch welche Art der Zellengenese sich vermehren, sind noch offene Fragen. Sicher ist, dass dem Blute nicht nur während der Entwicklung und des Wachsthums des thierischen Organismus, sondern dauernd während des Lebens mit dem Lymphstrom eine grosse Zahl weisser Blutkörperchen zugeführt werden, welche in lokalisirten Keimlagern ausserhalb des Blutes (Lymphdrüsen) entstanden sind.

Hätte die beständige Zufuhr solcher jungen Zellen nur den Zweck, das Material für die Regeneration der rothen Blutkörperchen zu liefern, dann müsste man sich die letzteren als sehr vergängliche, einem raschen Wechsel unterliegende Gebilde vorstellen. Allein abgesehen davon, dass auch ein Zerfall der weissen Blutkörperchen selbst im Blute möglich wäre, hat man die Thatsache des Auswanderns der weissen Blutkörperchen aus den Gefässen in die Gewebe und ihre Betheiligung an plastischen Vorgängen in den letzteren kennen gelernt, andererseits kennt man bisjetzt im Normalzustande des Organismus nur zwei regelmässig wiederkehrende Prozesse, bei deren einem — der Menstruation — sicher, bei deren anderem — der Gallenbereitung (Kühne[3])

1) Kölliker, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IV, p. 112. Gewebelehre, Leipzig 1867. p. 637. E. H. Weber u. Kölliker, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IV, p. 160.

2) Journal de la physiologie, Paris 1858, p. 288.

3) Physiologische Chemie p. 88.

sehr wahrscheinlich eine grössere Menge rother Blutkörperchen verloren geht.

Es sind ferner hier die Beobachtungen über den Zerfall rother Blutkörperchen anzuführen, wie man ihn für die Pigmentbildung in der Milz, dann in den Blutkörperchen haltigen Zellen der Milz (siehe diese) und des Knochenmarkes beschrieben hat, über dessen zeitlichen Verlauf während des Lebens aber nichts näheres bekannt ist.

Vermeintliche Uebergangsformen zwischen weissen und rothen Blutkörperchen im Gesammtblut bei Säugern wurden indess nur nach künstlich herbeigeführten Blutverlusten als körnige Blutkörperchen von ERB[1] beschrieben.

KÖLLIKER[2] erinnert daran, dass er ähnliche Bildungen schon früher im Blute saugender Mäuse gefunden. Der Prozess ihres Entstehens aus den kernhaltigen weissen Blutkörperchen und ihres Ueberganges in die gewöhnliche Form der rothen Blutkörperchen müsste aber erst noch direkt verfolgt werden.

Im Blute von leukämischen wurden wiederholt kernhaltige, rothe Blutkörperchen gefunden von dem Ansehen der gekernten, embryonalen Blutkörperchen der Säugethiere und des Menschen.

Es ist ferner hier auf die Angaben hinzuweisen über das Vorkommen sich entwickelnder rother Blutkörperchen in der Pulpa der Milz (siehe diese).

Endlich wurde in neuester Zeit von NEUMANN[3] auf kernhaltige, rothe Blutkörperchen aufmerksam gemacht, welche constant im Knochenmarke, namentlich im rothen (Mensch, Kaninchen) vorkommen und BIZZOZERO[4] hat die Beobachtung von NEUMANN bestätigt (Mensch, Kaninchen, Maus). Beide Forscher beschreiben eine geschlossene Reihe von Uebergangsformen zwischen weissen, kernhaltigen und kernlosen rothen Blutkörperchen und bringen darum das Knochenmark in Beziehung zur Blutbildung. Weitere Mittheilungen über diese Function des Knochenmarkes wurden jüngst von HOYER gemacht.

1) VIRCHOW's Archiv, Bd. 34, p. 138. Tdf. IV. 2) Gewebelehre, p. 640.

3) Gentralblatt für die medic. Wissenschaften. Jahr 1868. p. 689 und Archiv für Heilkunde, 1869, p. 640.

4) Centralblatt 1868, p. 881 und 1869 p. 149.

5) Centralblatt 1869, p. 244 u. 257.

Capitel XIV.

Die Speicheldrüsen.

Von

E. F. W. Pflüger.

---

§. 1. Allgemeiner Plan des Baues. Die Speicheldrüsen, zu denen die Glandulae parotis, submaxillaris und sublingualis gerechnet werden, stellen, ohne Mikroskop betrachtet, rundliche oder polygonale, gegeneinander abgeplattete, gelbweisse Massen dar, welche mit hohlen Stielen in einen gemeinsamen Ausführungsgang einmünden. Die Drüse besteht nämlich aus einem sich sehr oft baumartig verästelnden Schlauche, dessen Wand aus einer Lage von Zellen, den sogen. Epithelien, zusammengefügt ist. Die ungemein zahlreichen Endästchen, Alveolen genannt, tragen grosses Plattenepithel, während die anderen Theile mit Cylinderepithel oder kleinen Plattenepithelien ausgekleidet sind und sitzen mit im Allgemeinen kolbenförmiger Gestalt traubenartig dem primären Ausführungsgange auf. Deshalb gehören die Speicheldrüsen zu der acinösen Formation. Man muss sich aber darum die oft noch ohnehin mit secundären und tertiären Ausstülpungen versehenen Alveolen nicht unter der Gestalt einer Beere denken, da sie nicht selten ganz cylindrisch, zuweilen nur schwach verjüngt aus dem Hauptzweige hervorgehen. Die Menge der zu einem kleinsten Ausführungsgange gehörigen Alveolen ist eine so grosse, dass sie prall und oft polygonal abgeplattet gegeneinander liegen und nur sehr wenig Raum für das interstitielle Gewebe übrig bleibt.

§. 2. Die Alveolen. Wir unterscheiden an diesen im Durchschnitt 0,030 Millim. im Caliber messenden Röhren einen Canal und eine Wand. Wie man sogar an in Alkohol erhärteten Drüsen, besonders an den etwas grösseren Alveolen leicht wahrnimmt, ist der Hohlraum von sehr verschiedenem Caliber, und kann den mittleren Durchmesser einer Speichelzelle erreichen, aber auch ausserordentlich fein ($1 - 2\mu$) und mehrfach in einem Alveolus vorhanden sein. Der Centralcanal setzt sich, wie ich mit Herrn Stud. Anton Ewald

gefunden habe, in äusserst feine Röhrchen (Speichelcapillaren) fort, welche zwischen die Speichelzellen vordringen und auch zwischen Propria und Epithel verlaufen, so dass diese wie die Leberzellen von Röhrchen umsponnen werden, die sich mit Berlinerblau injiciren lassen und von einem zu dem anderen Alveolus herüberzugehen scheinen.

Die aus im Allgemeinen Einer Lage von Zellen gebildete Wand ist nach aussen von einer äusserst feinen und im frischen Zustande vollkommen structurlos erscheinenden Haut, der Membrana propria, überzogen. Von ihrer Existenz überzeugt man sich durch Behandlung einer frischen Glandula submaxillaris des Kaninchens mit destillirtem Wasser, wodurch diese Haut sich wie eine hyaline Blase oft weit von den Epithelien abhebt. Da in neuerer Zeit die Membranae propriae der Drüsen vielfach, so von SCHLÜTER[1] für die Speicheldrüsen geläugnet werden, so empfehle ich die Bauchspeicheldrüse des Kaninchens 4 Tage in weingelbes Jodserum und darauf 2 Tage in 5 CC. verdünnte Chromsäure von $\frac{1}{50}$% zu legen. Durch offenbar verdauende Wirkung sind die Epithelien zum Theil aufgelöst und liegen evident in einem hyalinen weiten Sack, den sie bei weitem nicht mehr ganz ausfüllen. Dieses Bild wird Jeden von der Existenz der Membranae propriae als continuirlichen und geschlossenen Häuten überzeugen. —

Eine ganz andere Frage ist, ob diese dennoch aus platten, verschmolzenen Zellen zusammengesetzt gedacht werden müssen. Nach BOLL[2] und KÖLLIKER[3] bilden anastomosirende Bindegewebezellen, die ein reticulum darstellen, jene Membran, in welcher der Alveolus wie in einem Korbgeflecht ruhen soll. So plausibel von vornherein diese Ansicht auch erscheint, so lassen sich doch die Thatsachen mit ihr kaum in Einklang bringen. 1. Wann ich auch immer an frischen Präparaten die Membrana propria zu Gesicht bekam, zeigte sie mir niemals einen Kern, obwohl ich mit verdünnter Chromsäure untersuchte, die alle Kerne der Epithelien glänzend hervortreten liess und obwohl die vielstrahligen platten Zellen, welche BOLL und KÖLLIKER als Bestandtheile der Membrana propria ansprechen, einen oft intensiv glänzenden grossen Kern, der nach BOLL sogar rund und sehr dick sein kann, beherbergen. 2. Das blasige Abheben der Membrana propria von den Speichelzellen als Folge der Diffusion setzt eine continuirliche Haut, welche man ja auch sieht, und kein reticulum voraus. 3. Die kleinen vielstrahligen Zellen des reticulum sind beim Kaninchen so selten, dass wenigstens die bekannte Form bei Weitem nicht ausreichen würde, um allen Alveolen einen Ueberzug zu geben. 4. Die vielstrahligen Zellen stehen mit den Epithelzellen in unzweifelhaftem Zusammenhang durch Ausläufer und sind also keine Bindegewebezellen, ein

[1] H. SCHLÜTER, Disq. microsc. et phys. de gland. saliv. Vratisl. 1865. Inaugural-Dissertation.

[2] FRANZ BOLL, Ueber den Bau der Thränendrüse im Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. IV. 1868. p. 146.

[3] A. KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre 1867. p. 357.

Punct, den wir später noch eingehend zu behandeln haben. Die Ansicht von Boll und Kölliker entbehrt demgemäss bis dahin der ausreichenden Begründung.

Was nun den Inhalt der Alveolen betrifft, so besteht dieser aus Zellen, welche von zahllosen Körnchen erfüllt sind, sodass die Drüsensubstanz bei durchfallendem Lichte schwarz aussieht, weshalb man weder Zellengrenzen noch Kerne zu erkennen im Stande ist. Diess ist die Erscheinung, wie sie sich bei dem ganz frischen Präparate, welches aus der lebenswarmen Drüse entnommen ist, darstellt, wenn man humor aqueus als Untersuchungsflüssigkeit anwendet. In verdünnter Chromsäure von $^1/_{50}$% löst sich aber schnell der grösste Theil jener Granula; die Alveole hellt sich auf und präsentirt die prachtvollste Zellenmosaik. Hierzu eignen sich die Glandulae submaxillares der Kaninchen vorzüglich gut. Jene Zellen sind polygonal gegeneinander abgeplattet und durch scharfe, glänzende, doppelte Conturen geschieden. Meist bilden sie nur eine Lage, welche den centralen Drüsencanal umgrenzt und sich gegen diese durch scharfe Conturen absetzt. Bei den meisten Thieren hebt sich die Membrana propria leicht ab. Unter einander hängen diese Zellen aber ausserordentlich innig zusammen, sodass sie nach der Isolation aus der Membrana propria in Gruppen erhalten werden, wie sie in der Alveole zusammengefügt waren. Beachtet man die Grösse der Epithelien, so ist es bemerkenswerth, dass im Allgemeinen die in ein und derselben Alveole enthaltenen nahezu übereinstimmen. Vergleicht man aber verschiedene Alveolen mit einander, so erkennt man, dass diese eine sehr verschiedene sein kann. Es begreift sich, dass die kleinen Epithelien Alveolen von geringerem Querdurchmesser angehören. Man kann also kleinzellige und grosszellige Alveolen unterscheiden. Es kommen aber alle Uebergänge zwischen beiden Arten vor, so dass man es hier mit verschiedenen Entwicklungszuständen derselben Drüsensubstanz zu thun hat. Diese Angabe bezieht sich auch auf ausgewachsene Thiere.

Gehen wir nun zu der genaueren Betrachtung der Speichelzellen der Alveolen über, so bemerke ich zunächst, dass sie durch eine Membran gegen das Lumen und gegen einander abgegrenzt zu sein scheinen. Wichtig ist, dass der zwischen zwei sich berührenden Speichelzellen verlaufende Doppelcontour oft die Grenze beider nicht ganz einnimmt, als ob an einigen Stellen eine noch innigere Verbindung der Epithelien statt hätte. Das Protoplasma der Speichelzellen ist zähe, feinkörnig und häufig streifig. Eine solche Zelle kann den Eindruck machen, als ob zahllose, äusserst feine Fäserchen das Protoplasma darstellten. Die mittlere Grösse der Speichelzellen beträgt 0,014 Millim. Die grössten, mir bekannten derartigen Epithelien habe ich in gewissen Alveolen der Speicheldrüse des Ochsen gefunden.

Innerhalb des Protoplasmas sieht man in allen frischen und soeben mit verdünnten Säuren befeuchteten Präparaten einen äusserst blassen, kugeligen Kern. Bei längerer Einwirkung der Säure wird er lebhaft glänzend und

schwarz, zuweilen doppelt conturirt. Allmählig schrumpft er dann und legt sich als platte Scheibe an die Wand der Zelle an, was seinen Nachweis oft erschwert. Der Zellenkern liegt excentrisch zur Speichelzelle und Alveole, also unmittelbar unter der Membrana propria. Seine mittlere Grösse im frischen, durch verdünnte Säuren sichtbar gemachten Zustände beträgt 0,006 Millim. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit des Zellenkernes besteht darin, dass eine im frischen Zustande äusserst zarte Faser von ihm abgeht (Fig. 75) und oft die Wand der Speichelzelle durchbohrt, welche der Membrana propria anliegt. Ich habe diese geschwänzten Kerne im ganz frischen Zustande gesehen. Am geeignetsten erweisen sich die Unterkieferdrüse des Kaninchens oder Schweines zu ihrer Demonstration. Die Kernfortsätze sind von C. Otto Weber sowie von Boll bestätigt worden, während Kölliker und Heidenhain sie, aber gewiss mit Unrecht, läugnen. Der Letztere [1] zeichnet merkwürdigerweise selber einen so eminent deutlichen dicken Fortsatz vom Kerne einer isolirten Speichelzelle, der diese verlässt und obendrein noch eine Scheide von der Zellmembran mit erhält, dass ich auf Grund dieser positiven Beobachtung den Schluss ziehen würde, dass der Fortsatz öfter darum an den Zellen nicht gesehen wird, weil er bei der Herstellung des Präparates zerstört worden ist. Der Kernfortsatz scheint hohl zu sein, da er oft eine grössere Menge eines zähen Inhaltes entleert, welcher wohl aus dem Kerne stammt. Da der Kernfortsatz die Zelle verlässt, so erscheint diese gestielt, wie das von Schlüter, mir, Gianuzzi, Boll und Kölliker ebenfalls gesehen worden ist. Wie schon Schlüter und ich beschrieben, sind die Zellenfortsätze oft sehr lang, verästeln sich, fliessen in einen (Schlüter) zusammen und tragen wie Beeren die Alveolenzellen.



Fig. 75. Isolirte Alveolen des Kaninchens mit Kernen, die Fortsätze haben. Vergr. 480.

Was die Zahl der Kerne in den Speichelzellen betrifft, so findet man nur einen; in seltenen Fällen scheinen allerdings auch mehr vorzukommen, doch sieht es dann gewöhnlich so aus, als ob die Trennungslinie zwischen zwei Epithelien noch nicht ganz scharf entwickelt sei.

Nach Heidenhain giebt es zweierlei Arten von Speichelzellen, von denen die einen Schleim aber keine Eiweissstoffe, die anderen keinen Schleim und Eiweissstoffe enthalten. Erstere nennt er Schleim-, letztere Eiweisszellen. Jene sind glasig, durchsichtig und zartstreifig, letztere fein granulirt. Letztere sollen die Jugendzustände der ersteren sein, wo überhaupt Schleimzellen, wie in der Glandula submaxillaris des Hundes, der Katze, des Ochsen, des Schafes etc. vorkommen, während sie nach demselben Forscher bei den Kaninchen (Gl. subm.) fehlen (s. Heidenhain a. a. O. p. 6). —

1) R. Heidenhain's Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, 1868. Taf. IV. Fig. XIII x).

Ausser den genannten Gebilden bleibt noch eine von Gianuzzi zuerst beschriebene Bildung an den Alveolen zu erwähnen, welcher er den Namen des »Halbmondes« gegeben hat. (S. Gianuzzi. Von den Folgen des beschleunigten Blutstroms für die Absonderung des Speichels. Ber. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Math. Phys. Classe. Sitzung vom 27. Nov. 1865.)

Auf Schnitten gehärteter Speicheldrüsen scheint sich hier und da eine concav-convex linsenförmige Schicht von gewöhnlich sehr geringer Mächtigkeit dem Alveolus innig anzuschmiegen, welche also auf dem Durchschnitt wie eine Mondessichel mit ihrer Höhlung die Speichelzellen umgreift. Da ich bei Untersuchung frischer Drüsen den Halbmond nicht sah und ebenso bei dem Kaninchen vermisste, so war ich geneigt, da jene Bildung nur bei den Thieren nachgewiesen ist, die Schleimzellen haben, in dem Halbmonde ein durch postmortale Schleimblasenbildung, die das Zellenprotoplasma nach der Wand verdränge, entstandenes Kunstproduct zu vermuthen. Wie auffallend ist es doch, dass nach den neueren Untersuchungen von Heidenhain die Glandula submaxillaris des Hundes, wenn man ihr den Schleim entzieht, auch keine Halbmonde mehr hat, sondern wie eine Kaninchendrüse aussieht. (S. Heidenhain a. a. O. Taf. II. Fig. V.) Die Elimination des Schleimes geschieht dadurch, dass man die Drüse vom Nerven aus viele Stunden zur Secretion anregt, wodurch der Schleim und die schleimbildenden Stoffe verbraucht werden.

Die späteren Forscher sind zwar meinen Bedenken gegen den »Halbmond« nicht beigetreten, rechtfertigen es aber dadurch vollkommen, dass Jeder etwas Anderes unter »Halbmond« versteht. C. Ludwig und Gianuzzi schrieben ihm eine geschichtete Structur zu, behaupteten die Schwärzung desselben durch Ueberosmiumsäure und die Röthung durch Carmin. Kerne vermochten sie nicht deutlich nachzuweisen. — Boll und Kölliker erklärten den »Halbmond« für Bindegewebe, dessen an den Alveolus sich anschmiegende, das genannte reticulum bildende Zellen ihn darstellen sollen. Heidenhain (a. a. O.) stellt die Behauptung auf, dass der »Halbmond« ein Lager junger Epithelialzellen bilde, dazu bestimmt, die sich auflösenden Speichelzellen zu ergänzen. Ich glaube, dass diese Ansicht nicht unberechtigt ist. — Da bei der Glandula submaxillaris des Hundes das Schleimzellen-Protoplasma durch Carmin so gut wie nicht gefärbt wird, während die an der Peripherie liegenden kleinen Kerne, sowie die oft vielfach über einander an der Peripherie verlaufenden langen Zellenfortsätze sich intensiv roth färben, so ist auch hierdurch ein Moment zur Bildung einer sich auszeichnenden Randzone am Alveolus gegeben.

Da somit der Ausdruck »Halbmond« so verschiedenes bedeuten kann, so vermeidet man denselben am besten ganz.

§. 3. Die Ausführungsgänge. Innerhalb der Drüsen verlaufen ausser den bisher beschriebenen Bildungen oft sehr mächtige, mit Cylinderepithel bekleidete Röhren, welche man als die Ausführungsgänge derselben

aufgefasst hat. Ein genaueres Studium zeigt, dass sie noch von einer höheren Bedeutung sein müssen. Hierfür hebe ich zuerst hervor, dass, wenn man einen Hund schleunigst tödtet und feine Lamellen der Unterkieferdrüse anfertigt, an den Querschnitten der genannten Ausführungsgänge auf den Cylinderzellen stehende klare Tropfen erkannt werden, von denen einige innerhalb des Lumens bereits als runde, scharf abgegrenzte Kugeln zu erkennen sind. Unzweifelhaft sind diese aus dem Cylinderepithel hervorgequollen. Da man nun in dem frisch secernirten Speichel, welcher durch Drüsenreizung hervorgelockt wird, ganz dieselben Tropfen findet, so ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Cylinderepithelien noch zu den secernirenden Flächen gehören. Noch mehr spricht für die Wichtigkeit dieser Bildungen das anatomische Studium, indem es zeigt, dass die Dicke der Wand häufig in peripherischer Richtung, nicht wie man erwarten sollte ab-, sondern mächtig zunimmt. Die Verdickung dieser Wand ist meist bedingt durch längere Cylinderepithelien, welche immer einschichtig bleiben. Ausserdem zeigt die Peripherie der weiteren Röhren flache und stärkere Ausstülpungen, welche mit demselben Epithel belegt sind. Geht man dem Laufe der Verästelungen in peripherischer Richtung entlang, so kommt man oft zu feinen Gängen von 0,010 Querdurchmesser, welche dasselbe Epithel besitzen wie die grossen, und, wenn mich nicht Alles täuscht, blind endigen, es sei denn, dass Secretionsröhrchen, d. h. Speichelcapillaren, von der Feinheit, wie sie bei den Gallencapillaren uns entgegentreten, nach Alveolen führen. Es besitzen also mit einem Worte diese Ausführungsgänge oder die »Speichelröhren« verschieden gestaltete Divertikel. Nicht selten bilden sie auch Schlingen oder biegen doch plötzlich um.

Wenden wir uns nun zum Studium der Beschaffenheit des Cylinderepithels, so finden wir Zellen von 0,004 Millim. mittleren Querschnitts und sehr variabler Länge. Diese Cylinderepithelien grenzen sich gegen einander und das Lumen des Rohres so scharf ab, als wenn sie Membranen besässen. Letztere scheinen gegen das Lumen zu einer glänzenden, zusammenhängenden Schicht sich zu vereinigen, indem hier die Zellen besonders innig zusammenhängen. Aber auch sonst haften die Epithelcylinder sehr fest zusammen, sodass es frisch nicht gelingt, sie zu isoliren. Betrachtet man die Oberfläche des Schlauches, so erkennt man eine schöne Mosaik der Zellen und einen deutlichen, den Querschnitt der Cylinderzelle gewöhnlich fast ganz erfüllenden scharf umschriebenen Kern. Der Zelleninhalt erscheint bei Untersuchung eines ganz frischen Querschnittes des Speichelrohres vom Hunde fast vollkommen hyalin. Zur Entscheidung hierzu ist dieses Thier sehr geeignet, weil die Derbheit der Drüse (Glandula submaxillaris) im lebenswarmen Zustande frische, feine Querschnitte anzufertigen gestattet. Das Bemerkenswertheste an diesen Cylinderepithelien ist die dem Canal abgekehrte Seite, welche unmittelbar un-



Fig. 76. Vergr. 480. Kaninchen. Querdurchschnitt eines frischen Speichelrohres in verdünnter Chromsäure von $^1/_{50}$%.

ter der Membrana propria liegt. Hier entspringen äusserst feine varicöse Härchen in sehr grosser Zahl, sodass aus jeder Cylinderzelle ein solcher Pinsel hervorkommt. Die Oberfläche des sich immer sehr leicht aus der Membrana propria ausschälenden und nur aus Cylinderzellen zusammengefügten Schlauches sieht, weil die Pinsel nahezu gleich lang sind, wie eine dichte Bürste aus. Man beobachtet diese Fäserchen von äusserster Feinheit, in welcher Flüssigkeit man auch die frische Drüse untersuchen möge. Ebenso bemerkt man bei Einstellung auf die Oberfläche des Speichelrohres stets feine Puncte, welche die optischen Querschnitte jener varicösen Fäserchen sind. Aus diesen Gründen kann ich diese Pinsel nicht für Kunstproducte halten, welche durch Zerfaserung des peripheren Theiles der Zelle entstanden wären.

Während bei den meisten Zellen die Fasern unmittelbar unter dem Kerne beginnen, gewahrt man an mit Jodserum erhaltenen Isolationspräparaten, dass einige bereits höher von der Zelle ihren Ursprung nehmen. An vielen dieser Cylinder tritt mit grosser Bestimmtheit ein Phänomen auf, welches uns den Zellenleib zierlich quergestreift erscheinen lässt. Meist bleibt der Theil der Zelle, welcher unmittelbar an den Canal stösst, hyalin.

Wie die Jodserumpräparate erweisen, nähern sich durch Kleinheit oder Verstreichen der Fortsätze und polygonale Gestalt einige dieser Cylinderzellen sehr den Plattenepithelien der Alveolen; diese Aehnlichkeit bezieht sich übrigens auch auf den Zelleninhalt und den Kern.

Ausser diesen äusserst feinen, wie die Fibrillen eines Axencylinders aussehenden Fortsätzen der Cylinderzelle bemerkt man noch derbere, oft stark glänzende, welche auch aus den Seitentheilen des Epithelialcylinders in Masse hervorkommen können. Später wollen wir von der Bedeutung aller dieser Fortsätze genauer sprechen.

Was nun endlich die Dimensionen des Calibers der Röhren betrifft, so schwanken sie von 0,030 und weniger bis zu den ohne Vergrösserung sichtbaren. Diese Erweiterung ist wesentlich durch Zunahme des Lumens, weniger durch grössere Länge der Cylinder bedingt. Ich habe innerhalb der Drüse des Hundes solche Canäle von 0,1 Millim. und mehr Lichtung angetroffen.

Ausser den Speichelröhren kommen in den Speicheldrüsen noch andere Röhren von sehr verschiedenem Caliber vor, die ein kleines Plattenepithel tragen, welches im Allgemeinen mit dem Caliber abnimmt. Diese Röhren lassen sich vom allgemeinen Ausführungsgange aus injiciren sowie die Speichelröhren selbst und bilden, indem sie sich verästeln, schliessliche Gänge, die bis zu 0,007 Millim. und weniger herabrücken und ein sehr kleinzelliges Plattenepithel tragen. Diese Gänge sind wohl unzweifelhaft Ausführungsgänge von Alveolen und bilden ein Glied in der continuirlich auch beim Erwachsenen ablaufenden Entwicklungsmetamorphose der Drüse.

Ob und wie Speichelröhren, welche mit diesen mit Plattenepithel versehenen Ausführungsgängen zusammenhängen, mit den Alveolen in Beziehung treten, bedarf noch genauerer Untersuchung. Bestimmt weiss ich, dass an Cy-

linderepithel sofort Speichelzellenmosaik sich anschliessen kann; aber es kommt ausserordentlich selten vor, dass der Canal des Speichelrohres sich direct in einen Canal fortsetzt, welcher Speichelzellen als Epithel enthält. Ich vermuthe, dass die Communication des Speichelrohres mit Alveolen durch sehr feine Gänge (Speichelcapillaren) vermittelt wird.

Die eigentlichen Ausführungsgänge (Duct. Whartonianus, Stenonianus etc.) besitzen nach allgemeiner Annahme ein einschichtiges Epithel niedriger Cylinderzellen, während Boll ihnen Plattenepithelien zuschreibt. Die Wand wird verstärkt durch Bindegewebefasern mit zahlreichen eingestreuten, elastischen Fasern und Häuten sowie glatten Muskelspindeln.

§. 4. Das Nervengewebe der Speicheldrüse. Das Nervengewebe der Speicheldrüsen besteht aus Ganglienzellen und Fasern; letztere aus markhaltigen, die die Hauptmasse darstellen, sowie aus blassen Nerven.

Man unterscheidet drei verschiedene Arten blasser Nerven: *a.* Bündel äusserst zarter, durchsichtiger, wie Axencylinder sich verhaltender Fasern, welche von einer zarten, mit Kernen versehenen Bindegewebsscheide umschlossen werden. Wenn ein Beweis für die nervöse Natur dieser Bündel nöthig wäre, so würde er darin zu suchen sein, dass einzelne dieser blassen Fäden von Zeit zu Zeit grosse spindelförmige Varicositäten bilden, welche aus Nervenmark bestehen, das sich durch die doppelten schwarzen Conturen charakterisirt. Die blasse Faser zwischen zwei solchen Varicositäten unterscheidet sich in Nichts von den neben ihr liegenden. Diess Verhalten macht es aber wahrscheinlich, dass diese blassen Fasern zwischen Axencylinder und Scheide eine dünne Lage von Nervenmark beherbergen. Um die einzelne Primitivfaser sind indessen eine besondere Scheide oder Kerne nicht nachweisbar, was schon aus dem Obigen folgt, demzufolge sie den Anschein eines nackten Axencylinders im frischen Zustande darbietet.

b. Eine zweite Art der blassen Nervenfasern der Speicheldrüsen will ich die Gallertfasern nennen. Sie bestehen, in bindegewebiger, kerntragender Scheide liegend, scheinbar aus Zügen einer feingranulirten Protoplasmamasse, die ganz dasselbe Aussehen und Verhalten, wie das Protoplasma der grossen Ganglienzellen der Speicheldrüsen darbietet. Solche Gallertfasern sind es, welche die Ganglienzellen verlassen und deshalb unzweifelhaft nervöser Natur sind. Es sind wahrscheinlich Bündel der feinsten varicösen Fibrillen, die dicht zusammenliegend leicht den Eindruck eines feinkörnigen, etwas streifigen Protoplasmas machen. Diese Fasern haben ein ähnliches Aussehen, wie die sogenannten »Protoplasmafortsätze« der Nervenzellen des Cerebrospinalorganes.

c. Eine dritte Art blasser Fasern besteht aus Bündeln etwas derberer, glänzender, sehr dünner (0,0005 Millim.) Fibrillen, welche ebenfalls in einem Bindegewebsschlauche liegen, der ovale Kerne trägt. Diese treffen alle Bedenken, welche von verschiedenen Seiten gegen die nervöse Natur der Remak'schen Fasern geltend gemacht worden sind.

Was die markhaltigen Fasern betrifft, welche in ungeheuren Mengen in allen Theilen der Speicheldrüsen vorkommen und zwar in allen Grössen bis zu 0,015 Millim. Querdurchmesser, so bieten diese eine Reihe höchst bemerkenswerther Eigenschaften dar. Erstens haben sie so zarte und nachgiebige Hüllen, dass sie oft derselben ganz zu entbehren scheinen. Dem entsprechend bilden sie schon in den gröberen Stämmchen Varicositäten, wie die Fasern des Gehirns oder Rückenmarks (s. Fig. 77), welche an den isolirten Fasern noch grösser und leichter als hier entstehen. Sie zerreissen wegen der ungemeinen Zartheit der Hülle ausserordentlich leicht und ergiessen ihren Inhalt in Gestalt der Myelintropfen, die sich rasch durch Osmiumsäure blauschwarz färben, wie diese Nerven selbst.

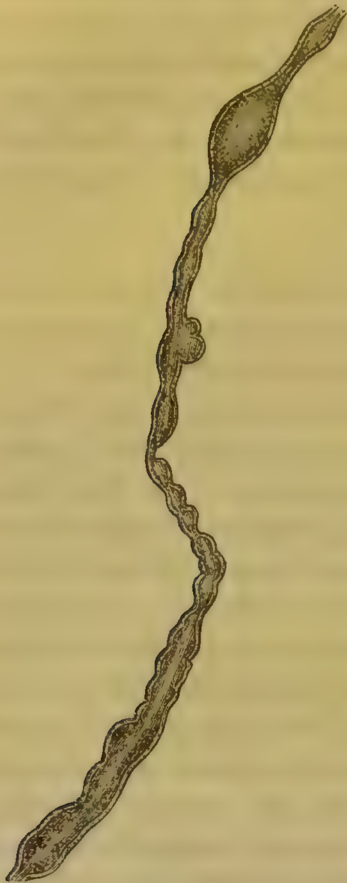


Fig. 77. Vergr. 590. Vom Ochsen. Durch Ueberosmiumsäure geschwärzt. Aus der Glandula submax.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der markhaltigen Drüsennerven sind ihre Theilungen, die so oft und häufig geschehen, dass sie in den Stämmen ja von fast allen Beobachtern gesehen worden sind. Wie ich aber fand, nimmt in peripherischer Richtung die Menge der Theilungen in ganz ungewöhnlicher Weise zu, sodass zwischen den Alveolen wahrhaft gefiederte, markhaltige Primitivfasern liegen, die nach allen Richtungen Zweige abgeben.

Beginnen wir mit der Betrachtung der Endorgane der Nervenfasern, so haben wir zunächst die Beziehungen desselben zu dem eigentlichen Drüsengewebe zu erörtern.

Die Speichelröhren, mit denen wir am besten unsere Darstellung beginnen, werden von zahlreichen Zügen markhaltiger Nervenfasern begleitet, welche in allen Dicken vorkommen. Viele derselben treten mit den Speichelröhren in die innigste Beziehung, wie dies aus beifolgenden Figuren erhellt. Das eine Präparat ist frisch, das andere durch Ueberosmiumsäurebehandlung geschwärzt. (Fig. 78 u. 79.)

Diese Nerven durchbohren (Fig. 78 u. 79) die Membrana propria und lösen sich dann in sich verästelnde, immer feinere Fäden auf, welche von aussen die Cylinderepithelien umspinnen, um ein noch genauer zu betrachtendes, subepitheliales Netz zu bilden. Die Fasern unter der Propria sind blass, weich und machen den Eindruck von nackten Axencylindern. Dass aber das Nervenmark diese noch eine Strecke begleitet, erkennt man an der Schwärzung der Osmiumsäurepräparate im Umkreis der Endigung dickerer Primitivfasern. Die

unter der Membrana propria verlaufenden Axencylinder verästeln sich in schliesslich unendlich feine varicöse Fäserchen, welche ganz dieselbe Beschaf-

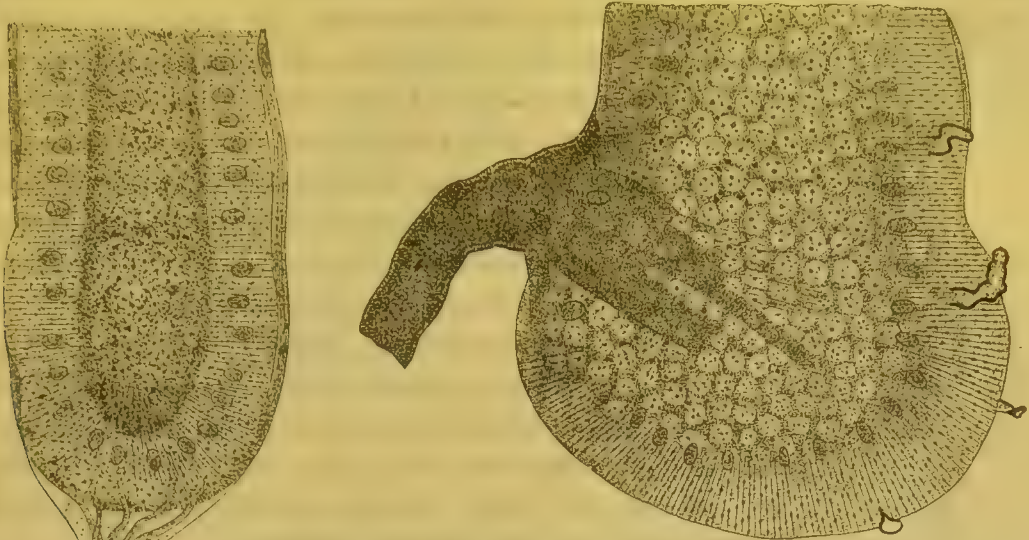


Fig. 79. Vergr. 590. Vom Ochsen. Endigung eines der dicksten Nervenfasern an einem dicken Speichelrohr. Nerv durch Ueberosmiumsäure gschwärzet.

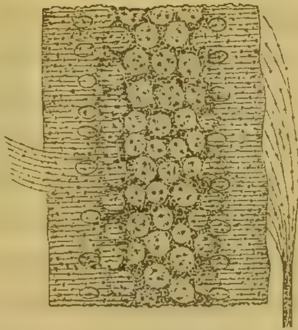


Fig. 80. Vergr. 590. Ein Axencylinder sich in Fibrillen auflösend, die sich in die Fibrillen der Cylinderepithelien fortsetzen.

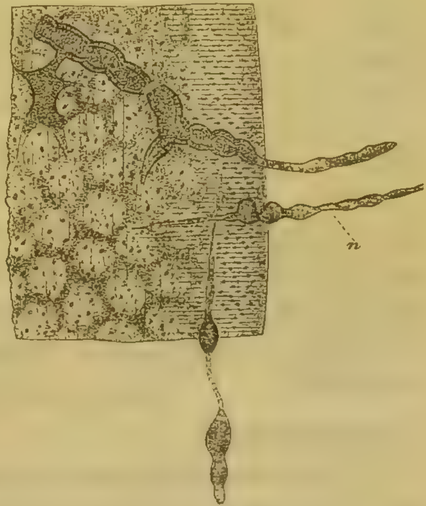


Fig. 81. Vergr. 800. Vom Ochsen. Markhaltige, zum Theil varicöse, durch Ueberosmiumsäure geschwärzte Nerven, die sich in dem subepithelialen Netz verästeln und von denen eine (*n*) sich deutlich in die Fortsätze der Cylinderepithelien verfolgen lässt. Man sieht auf ein Randstück der Oberfläche eines Speichelrohres.

Fig. 78. Vergr. 590. Vom Ochsen frisch. Markhaltiger Nerv, der die Membrana propria durchbohrt. Der Axencylinder verästelt sich unter der Membrana propria zu dem subepithelialen Netz.

fenheit wie die Fäserchen haben, die aus den Cylinderepithelien ihnen entgegenkommen. Oft genug erkennt man, dass die letzten Ramificationen des Axencylinders in diese Fäserchen übergehen und dass also die Cylinderzelle

das Endorgan bestimmter, markhaltiger Nerven der Drüse darstellt. Oft lässt sich der Uebergang feiner und feinster markhaltiger Nerven in das subepitheliale Netz direct nachweisen, wie das aus der Fig. 80 erhellt. Ja es gelingt sogar (Fig. 82), wenn auch selten die Darstellung des Zusammenhangs des markhaltigen Nerven mit den Fortsätzen der Cylinderzelle bei vollkommener Isolation aller Theile. Hier kann man sich überzeugen, dass diese feinen Fortsätze die directe Fortsetzung des Axencylinders darstellen, von dem sie sich in keiner Weise unterscheiden. Zugleich bemerkt man, dass der Axencylinder der zuführenden Nerven dicker als die fibrillären Fortsätze der Cylinderepithelien erscheinen, die also Fortsetzungen der Axencylinderfibrillen sein müssen. — Nachdem der Nerv die Membrana propria des Speichelrohres durchbohrt hat, gelangen die Axencylinder entweder sofort zu ihrem Ende, oder nachdem sie erst über längere Strecken sich unter der propria ausgebreitet haben, so dass sie dann zwischen dieser und den fibrillären Fortsätzen der Cylinderepithelien verlaufen.



Fig. 82. Kaninchen. Vergr. 590. Markhaltiger Nerv, in einen Axencylinder übergehend, der sich direct in den Fortsatz der Cylinderzelle fortsetzt oder der direct in die Cylinderzelle einmündet.

Wenn man die unermessliche Menge nervöser Fibrillen unter der Membrana propria sieht, so fragt man nach dem Sinne dieses Reichthums. Nachdem ich die Gesetze des Wachsthums der Drüsenepithelien genauer studirt habe, ergiebt sich eine vollkommen befriedigende Lösung. Von dieser werden wir aber erst später handeln. Einstweilen betone ich nur, dass aus einer Cylinderzelle mit ihren fibrillären Fortsätzen zahlreiche, junge Speichelzellen sich bilden, deren jede wieder ihre Nerven haben muss. Dies gilt auch für das erwachsene Thier. Aus den verschwindend dünnen Fäserchen der Cylinderzelle gehen die Fasern für die Epithelzellen der Alveolen hervor, welche wir nunmehr einer eingehenden Betrachtung unterwerfen wollen.

Man hat an den Alveolen zwei Arten von Nervenendigungen zu unterscheiden.

I. Die wichtigste ist die markhaltiger Primitivfasern. Letztere verästeln sich zwischen den Alveolen auf das Vielfachste, legen sich auf die Membrana propria und geben gerade da, wo sie diese durchbohren, gewöhnlich mehrere Aeste ab, welche ausserhalb derselben noch eine Strecke weiter bis zur nächsten Epithelzelle zulaufen, um dann über dieser in den Alveolus vorzudringen. (Fig. 83.) Der Nerv schwärzt sich bis zu der Stelle, wo er durch die Membrana propria tritt, in Ueberosmiumsäure. An der Durchbohrungsstelle hört das Mark, wie es scheint, auf. (Fig. 84 und 87.) Dass die Membrana propria wirklich durchsetzt wird, folgt am schlagendsten daraus, dass sich der Zusamenhang markhaltiger, oft sehr dicker Primitivfasern mit den Speichelzellen sehr leicht nachweisen lässt. Diess habe ich nun bei den Speicheldrüsen des Ochsen und Kaninchens (Glandula submaxillaris und parotis) ausser-

ordentlich häufig mit allen Modificationen und auf das Klarste gesehen. (Fig. 87. 86. 88.) Hat man vollkommen isolirte Präparate vor sich, Fig. 86. 88. *A* u. *B*,



Fig. 83. Vergr. 590. Vom Ochsen. Alveole mit Endigungen markhaltiger Nerven, die durch Ueberosmiumsäure geschwärzt sind.

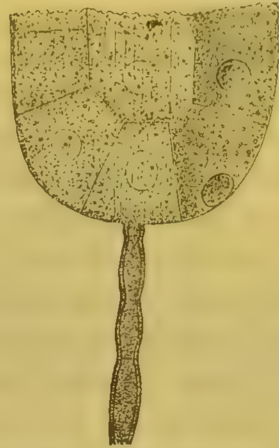


Fig. 87. Endigung einer mitteldicken Markfaser in grossen Speichelzellen eines Alveolus vom Ochsen. Der Nerv ist durch Ueberosmiumsäure geschwärzt. Vergr. 500. Glandula submaxillaris.



Fig. 84. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Der markhaltige Nerv durch Ueberosmiumsäure geschwärzt.

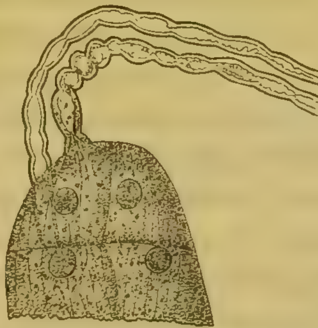


Fig. 85. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Jodserummaceration. Endigung eines markhaltigen Nerven auf einem Aveolus. Glandula submaxillaris.





Fig. 88. Endigung von mit Ueberosmiumsäure behandelten Markfasern in isolirten Speichelzellen. *A*. Dicke sich verästelnde Faser zu grossen Speichelzellen gehend. *B* feinere zu kleineren Speichelzellen verlaufend. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Gl. submax.



Fig. 86. Endigung einer sich theilenden feinen markhaltigen Nervenfaser in den Speichelzellen des Alveolus vom Ochsen. Durch Ueberosmiumsäure ist der Nerv geschwärzt. Vergr. 590. Gl. subm.

so bemerkt man, dass das Nervenmark eine Spur vor der Speichelzelle wie abgeschnitten aufhört, und dass der Nerv dem weichen Protoplasma der Epithelzelle wie angeklebt ist. Studirt man die Insertionsstelle mit den stärksten Vergrösserungen, so gehen unendlich feine Fibrillen aus den Nerven hervor, die sich direct in Fibrillen des Protoplasmas der Speichelzelle ohne bestimmte Grenze fortsetzen. Am schönsten gewahrt man dieses Verhalten, wenn man den markhaltigen Nerven durch Quetschung seines Marks beraubt; es hinterbleibt eine blasse, aus unendlich feinen Fibrillen zusammengesetzte Faser, welche sich direct in die faserige Substanz der Epithelzellen fortsetzen. Dieses Verhalten ist darum so wichtig, weil es die absolute Continuität und Verschmelzung von Axencylinder und Epithel so eindringlich bezeugt. Da ich unter der Membrana propria keine durch Ueberosmiumsäure sich schwärzenden Fasern gesehen habe, wohl aber stets an den Isolationspräparaten die Schwärzung und das Mark bis zur Epithelzelle reichend, so muss ich schliessen, dass der gewöhnliche Fall bei der Alveolenendigung der ist, dass der Nerv die Membrana propria durchbohrt und direct in die darunter liegende Speichelzelle einmündet. Darum reicht das Mark bis zur letzten Endigung, bis an die Zelle. Derjenige Theil der Speichelzelle, in welchen der Nerv eintritt, ist nur wenig durch etwas lichteres Protoplasma ausgezeichnet, welches ein Segment einnimmt, das $^1/_4$—$^1/_3$ des Kugelvolums der Zelle ausmacht. (Fig. 88.) Den Kern sah ich nicht in diesem Segmente, sondern in dem anderen dunkler granulirten Theile. Der Nerv reisst ungemein leicht von seiner Insertionsstelle ab, die sehr weich zu sein scheint und meist verräth Nichts nachher die Stelle, wo er gesessen hat. Der Grund hierfür liegt wohl darin, dass der Zusammenhang nur durch den Axencylinder vermittelt wird, der, indem er in das halbflüssige Protoplasma der Zelle continuirlich sich fortsetzt, in diesem keinen Halt findet. Ohne geeignete, wenn auch schwache Härtung mit Reagentien, wird es deshalb wohl nie gelingen, die ganz frische Speichelzelle isolirt mit ihrem Nerven im Zusammenhange zu Gesicht zu bekommen. Dass die markhaltigen Primitivfasern bald sehr fein, bald sehr dick sein können, hat dann nichts Befremdendes mehr, wenn man weiss, dass die Epithelzellen von winzigen Knötchen mit äusserst feinen Axencylinderfibrillen allmählig zu stattlichen Gebilden heranwachsen. Mit ihnen wächst der Nerv, legt Mark auf und wird stärker und stärker. Theils dieser Umstand, theils die bereits erwähnte Thatsache, dass durch Druck oder Zerrung das Mark aus den dunkelrandigen Primitivfasern ausfliesst, während der Axencylinder in Fibrillen sich auflöst, die sich in das Protoplasma der Speichelzellen einsenken, verbieten es, die letztere Form der Nervenendigung als eine besondere ferner festzuhalten.

Ob es auf Grund dessen gestattet ist, alle blassen Nervenendigungen, welche sich an den Alveolen vorfinden, zu streichen, bleibt mir doch auch vom Standpuncte des physiologischen Experimentes, welches zwei verschiedene Nervenarten als wirksam auf die Drüse erweist, zweifelhaft. Man findet nämlich wohlerhaltene, lange, scheinbare Bindegeweberöhren, deren Wand

von Kernen besetzt ist, welche sich in die Membrana propria der Alveolen fortsetzen und ein oder mehrere dünne Fibrillen enthalten, die sich in dem Drüsenbläschen verlieren. Sie kommen im Vergleich mit den markhaltigen Fasern sehr selten vor, sind aber wegen ihrer Scheide dauerhafter, so dass sie bei weniger auf die Zerfliesslichkeit der markhaltigen Nerven berechneten Methoden allein gesehen werden.

II. Die durch multipolare Zellen vermittelte Nervenendigung. Ich habe bereits vor längerer Zeit kleine den Alveolen sich anschmiegende, mit vielen Ausläufern versehene blasse Zellen (Fig. 89) beschrieben, die meist kleiner als Speichelzellen sind. Ich sprach sie für nervös an und liess sie nicht nur mit Speichelzellen, sondern auch mit Nervenfasern in Communication treten.



Fig. 89. Vergr. 800. Vom Kaninchen.

Alle späteren Forscher (Kölliker, Boll, Heidenhain) haben mit einer bemerkenswerthen Uebereinstimmung und mit grosser Bestimmtheit diese »multipolaren« Zellen für indifferente Gebilde erklärt, welche ein reticulum bildeten und zu dem Bindegewebe gerechnet werden müssten. Nach Kölliker und Boll sind es diese Zellen, welche die Membrana propria darstellen, worüber ich mich bereits oben ausgesprochen habe.

Die genannten Forscher setzen offenbar stillschweigend voraus, dass meine Behauptung des unmittelbaren Zusammenhangs jener multipolaren Zellen mit den Drüsenepithelien durch derbe Anastomosen auf einer Täuschung beruhe. Boll konnte diese Communication nicht auffinden, zeichnet aber scheinbare Zusammenhänge oder meint, dass die multipolaren unter einander anastomosirenden Zellen zuweilen den Speichelzellen sehr ähnlich erschienen, so dass die Möglichkeit einer Täuschung begreiflich würde.

So sicher ich nun auch den Zusammenhang der multipolaren Zellen mit Speichelzellen gesehen hatte, so hielt ich es doch für meine Pflicht, weil wegen der Deutung Alles hiervon abhängt, nochmals mit aller Gewissenhaftigkeit diesen Punct zu prüfen. Nachdem ich nun wiederum vielfach gleichen Zusammenhang gesehen, bemerke ich, dass es sich um die Beobachtung ganz isolirter Zellen handelt, welche durch eine derbe Anastomose mit einander so communiciren, dass die beiden Ansatzpuncte in reinem Profil gesehen werden. (Fig. 90 *a. b. c.*) Die eine dieser Zellen ist blass, streifig, vielstrahlig, mit den Leib derselben fast ganz erfüllendem Kerne (Fig. 90 *b.*), die andere ist rund oder schwach polygonal, körnig mit reichem Protoplasma und relativ kleinem Kerne.

Da die Beobachtungen am Kaninchen gemacht sind, dessen entwickelte Speichelzellen ein so stereotypes Aussehen haben, so halte ich es für absolut



Fig. 90. Vergr. von *a* 480. von *b* u. *c* 590. Multipolare Zellen mit Speichelzellen im Zusammenhang. Fig. 90 *c*. Eigenthümliche Zelle mit runden, dicken, fettglänzenden Fortsätzen.

undenkbar, dass ich eine andere Zelle mit einer Speichelzelle verwechselt hätte. Ich habe den Zusammenhang aber auch gesehen, während die betreffenden Speichelzellen noch mit anderen zusammenlagen, die charakteristische Mosaik bildend. (Fig. 90 *a* und *c*.)

Somit ergiebt sich, dass die »multipolaren« Zellen keine Bindegewebezellen sein können, wie Kölliker, Heidenhain, Boll meinen. Denn die Speichelzelle ist eine Anschwellung eines markhaltigen Nerven. Sie kann demgemäss keinen Fortsatz abgeben, der eine Bindegewebefaser ist oder mit Bindegewebezellen zusammenhängt. Denn es besteht zwischen dem animalen Gewebe und den Bindesubstanzen keine Continuität.

Da ich nun ferner weiss, dass die multipolaren Zellen durch Ausläufer mit Nervenfasern zusammenhängen (Fig. 89), so kann sie nur entweder eine modificirte Epithelzelle oder eine Ganglienzelle sein. Der Zusammenhang mit Nervenfasern entscheidet die Alternative nicht, da die Speichelzellen selbst diese Eigenschaft in der allerentschiedensten Weise mit den eigentlichen Nervenzellen theilen.

Somit bleibt nur die Analogie und der anatomische Charakter als massgebend zur Entscheidung der Alternative übrig.

Wiewohl die multipolaren Zellen an Grösse, Gestalt, Beschaffenheit des Kernes und Protoplasma's sehr erheblich unter einander abweichen, was auch bereits Boll wahrgenommen hat, so haben sie doch mehr Aehnlichkeit mit Nervenzellen als mit Epithelien, wie in ihnen denn von verschiedenen Beobachtern, wie Henle und Krause, kleine Ganglienzellen vermuthet wurden. Es ist nun zunächst mit Rücksicht auf ihre so grosse Verschiedenheit wohl wichtig daran zu erinnern, dass, wenn die Alveolen, wie wir bestimmt erweisen werden, sich fortwährend neu bilden und also auch wohl vergehen, ebenso die nervösen Theile dieser vor- und rückschreitenden Metamorphose unterworfen sein werden. Bei einzelnen dieser merkwürdigen Zellen ist der Kern rund, wie auch Boll fand, durchsichtig und erfüllt fast die ganze Zelle. Diese Eigenschaft haben auch andere peripherische Ganglien, wie die Körner

der Stäbchen und Zapfen der Retina, welche doch unzweifelhaft bipolare Nervenzellen darstellen. Ferner zeigen jene Zellen ein streifiges, blasses Protoplasma, dessen Fasern sich in die ebenfalls streifigen, zum Theil stark glänzenden cylindrischen Fortsätze verfolgen lassen. Solche Zellen sehen also absolut wie Ganglienzellen aus und würden von Jedem dafür gehalten werden. Neben diesen findet man andere mit ellipsoidischem oder plattem Kerne, theils runden, theils platten Fortsätzen und hautartigem Zellenleibe, der fast hyalin ist. Es kommen aber noch endlich solche vor, die entschieden innerhalb der jungen Alveolen liegen, welche körniges, spärliches, weiches Protoplasma, runden, glänzenden Kern und runde, glänzende, zahlreiche Fortsätze besitzen. Diese sind entschieden jugendliche Zustände (Fig. 90 *c*). Wenn diese Zellen ein reticulum bilden, so beweist diess nichts für ihren indifferenten Charakter, da alle Ganglienzellen Theile des grossen animalen reticulum sind, woran Niemand zweifeln kann.

Wenn bei der grossen Verschiedenheit, in welcher die multipolaren Zellen auftreten, die Möglichkeit nicht abzuweisen ist, dass Arten von verschiedener Qualität vorkommen, so scheint mir doch die besprochene Alternative immer noch dahin beantwortet werden zu müssen, dass die multipolaren Zellen kleine Ganglienzellen sind. Ich habe die hier behandelte Nervenendigung »die durch multipolare Zellen vermittelte« genannt, welcher Ausdruck nur ein thatsächliches Verhältniss wiedergiebt und deshalb auf keinen Widerspruch stossen kann.

Die bis dahin über die Beziehungen des Nervensystems zu den Drüsen gemachten Bemerkungen beziehen sich ganz vorzugsweise auf die Glandula submaxillaris.

Ich habe mich indessen überzeugt, dass die Alveolen der Glandula parotis mit eben so starken, markhaltigen Nerven in derselben Weise in Beziehung treten, wie das bei der Unterkieferspeicheldrüse festgestellt wurde. Die Parotis sowie die Glandula sublingualis besitzen ferner Speichelröhren von gleicher Beschaffenheit. Ebenso hat Krause in der Parotis dieselben multipolaren Zellen nachgewiesen, welche ich neuerdings auch in der Sublingualis auffand. Erwägt man nun die so ähnliche Structur und Abhängigkeit dieser Drüsen vom Nervensystem, so kann man nicht daran zweifeln, dass auch mit Rücksicht auf die Endorgane der secretorischen Nerven eine vollkommene Uebereinstimmung herrsche.

Was die sensiblen Elemente des Nervensystems betrifft, so entdeckte W. Krause (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 21 p. 90, 1864) eine einfache Form Pacinischer Körperchen, die er »Drüsenendkapseln« genannt hat: sie sind jedenfalls bei den meisten Thieren seltne Elemente dieser Organe.

Es bleibt uns die Betrachtung der grossen Ganglien übrig, welche in die Bahn der Nervenfasern und Stämme eingebettet gefunden werden. Die Ganglienzellen kommen theils solitär, theils in Haufen vor, welche die Nerven-

stränge auf längere Strecken begleiten oder als rundliche Knoten von derber, bindegewebiger Scheide umschlossen sind. Die Grösse dieser Knoten erreicht oft 0,060 Millim. und mehr. Die im Innern liegenden Nervenzellen (Fig 91) kommen in einem Ausmaasse von 0,028 Millim. vor, mit einem Kern von 0,012 Millim. und einem Kernkörperchen von 0,002 Durchmesser. Man findet aber auch viel kleinere Ganglienzellen, die nicht grösser als Speichelzellen sind, also etwa 0,014 Millim. messen. Die in einem Knoten zusammenliegenden Zellen weichen nicht sehr in ihrem Ausmaasse von einander ab. Die Ganglienzelle umschliesst ein kugelrundes oder ovales, durchsichtiges, zart aber scharf begrenztes Kernbläschen, während ihr Protoplasma im frischen Zustande durchsichtig, sehr zart und von verschwommener Granulation ist. Bei den kleineren Formen findet man zuweilen den Zelleninhalt etwas körniger, den Kern aber immer wasserklar. Der Knoten steht immer mit zu- und abtretenden Nervenstämmen in Verbindung. Zuweilen liegt nur eine Ganglienzelle im Verlauf einer Remak'schen Faser. Merkwürdig ist, dass eine solche grössere Ganglienzelle von 0,042 Millim. (s. Fig. 92) mehrere Kernkörperchen und ausserdem beim Uebergang in die Nervenfaser eine schwache Anlagerung von Protoplasma mit mehrfachen gangliösen Kernen enthalten kann. Ich möchte die Aufmerksamkeit auf diese auffallende Art gangliöser Substanz richten. Jedenfalls bedarf das Verhalten der Ganglienzellen der Drüse noch eines besonderen Studiums, welches den physiologischen Wink beachten muss, dass der N. Sympathicus nicht bloss zu den Blutgefässen, sondern auch zu den secernirenden Zellen in einer intimen Beziehung steht.



Fig. 91. Vergr. 480. Ganglienknoten vom Kaninchen. Glandula subm.

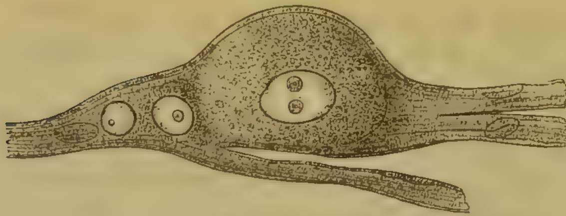


Fig. 92. Vergr. 480. Solitäres Ganglion mit Anlagerung kernhaltigen, gangliösen Protoplasmas. Vom Kaninchen. Glandula subm.

§. 5. **Die Regeneration der Drüsenepithelien.** Bereits in meinem Werke über die »Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen« machte ich auf alveolenartige kleine Ausstülpungen oder Sprossen der Wand der sogenannten Ausführungsgänge aufmerksam und sprach die Vermuthung aus, dass wie bei der ersten embryonalen Entwicklung der Drüse auch bei dem erwachsenen Individuum noch neue Speichelzellen und Alveolen aus den Speichelröhren hervorwachsen. Ich bin jetzt in der Lage, den Vorgang genau schildern zu können.

Wenn man die irgendwie isolirten Speichelröhren oder Schnitte derselben von in Alkohol erhärtetem Organe auf die pinselartigen Fortsätze der Cylinderepithelien genauer prüft, so wird man leicht bemerken, dass die Fäserchen an verschiedenen Speichelröhren oder bestimmten Abschnitten desselben Rohres ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten können. Gewöhnlich erscheinen sie selbst bei den stärksten Vergrösserungen als fast unmessbar feine mit Knötchen besetzte Fibrillen (Fig. 76). Man findet aber alle möglichen Uebergänge bis zu ziemlich dicken (0,001 Millim.) Fasern. (Fig. 93 u. 94.) In dem

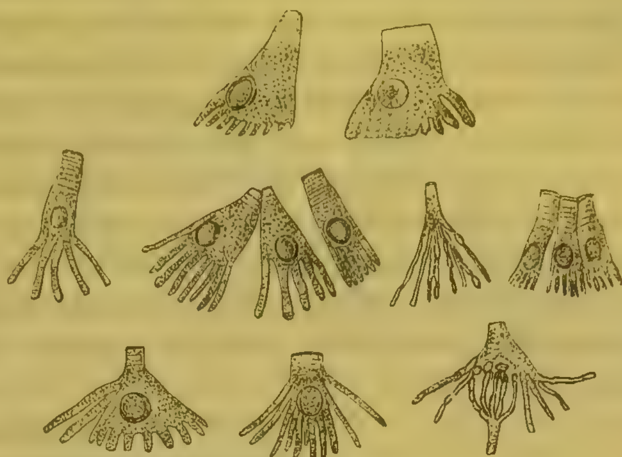


Fig. 93. Vergr. 590. Jodserummaceration der Glandula subm. des Kaninchens.

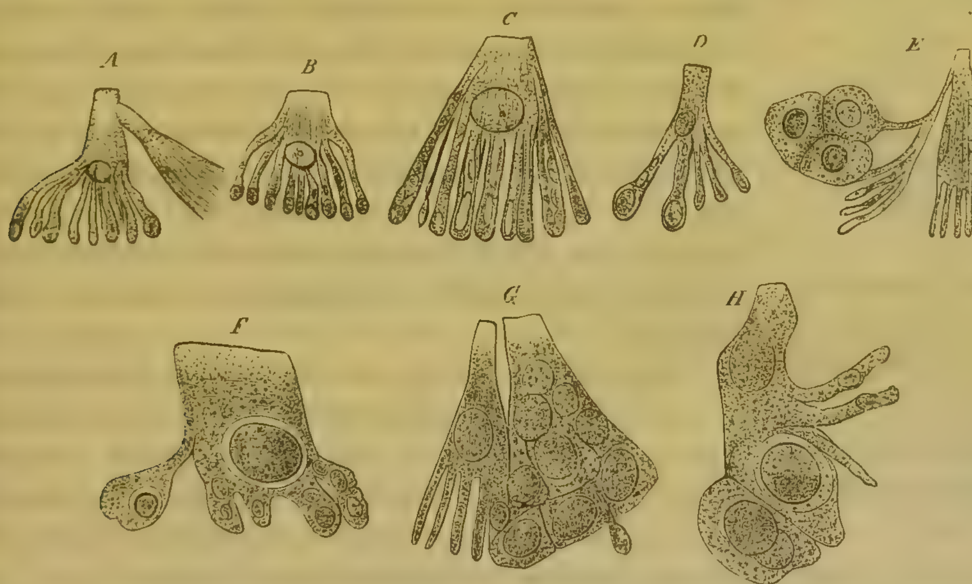


Fig. 94. (A, B, C, D, E.) Isolirte Cylinderzellen mit kerntreibenden Fortsätzen. Vergr. 590. (A B D E). Vergr. 1200 (C). — F G H Cylinderzellen mit Fortsätzen, die evidente junge Zellen und (bei G) schon Mosaik bilden. Vergr. 1100.

Maasse, als diese an Volum zunimmt, verliert sie ihr weiches, blasses Ansehen immer mehr, gewinnt einen starken Glanz, der an dem freien der Cylinderzelle abgekehrten Ende beginnt und sich von hier mehr und mehr gegen die Ansatzstelle der Faser an der Zelle fortsetzt. Häufig spaltet sich das Ende der Faser mehrfach, sodass dann aus der Cylinderzelle scheinbar verästelte Fortsätze in Massen hervorgesprosst zu sein scheinen, die einen oft mächtigen Busch bilden, dessen Basis die kleine Cylinderzelle ist. An diesen Fasern fällt nun zunächst und zuerst auf, dass ihr freies Ende sich knopfartig erweitert, gleich-

sam ein kleines Kölbchen trägt, das ein kleines Körperchen darstellt. (Fig. 94.) Man sieht diese Kölbchen grösser und grösser werden, bis sie evident sich als Zellenkerne charakterisiren, die ein spärliches Protoplasma umgibt. Dieser Prozess der Kernbildung schreitet von unmessbaren Anfängen beginnend in der Faser gegen die Cylinderzelle vor, sodass zwei, drei, ja sehr viele in einer Faser entstehen können. Die kleinen Kölbchen wachsen allmählig zu Speichelzellen aus, und es gelingt bei einiger Ausdauer nicht schwer, solche schon die Mosaik der Alveolen bildende Epithelien durch Fortsätze noch mit der Cylinderzelle in unmittelbarem Zusammenhange zu finden (Fig. 94 *E*). Gewöhnlich freilich gestaltet sich der Prozess so, dass die Reiser des Busches, welcher aus der Cylinderzelle heraussteht, an Masse zunehmen, ein sehr zartes Protoplasma entwickeln, in dem zahlreiche, grössere und winzige Kerne liegen. (Fig. 95.)



Fig. 95. Vergr. 590. Kernvermehrung in den erweiterten und angeschwollenen Fortsätzen der Cylinderzellen. *A* bildet kleine multipolare Zellen, *B* scheint ein erweiterter Fortsatz einer Cylinderzelle zu sein.

Da immer ein grosser Abschnitt eines Speichelrohres von diesem Prozesse ungeheurer Zellbildung ergriffen wird, und da unter der Membrana propria die mächtigen Wucherungen vor sich gehen, so wird die Wand enorm verdickt, vielschichtig, primär und secundär ausgestülpt, während die jungen Zellen auswachsen und sich zur Mosaik gruppiren. Gleichzeitig stülpt sich aber auch das Bindegewebe in die dicke Masse der Wand ein, um alveolenartige Zellenhaufen gleichsam auszustechen. Ich habe diesen Prozess der aus den Speichelröhren gleichsam in Masse hervorsprossenden Alveolen in der Glandula sublingualis des Kaninchens besonders schön gesehen.

Der Grad der Reife, den die verschiedenen zu einer Alveole zusammentretenden Zellen haben, ist nicht immer derselbe. So pflegen in den Schleimdrüsen (Glandula submaxillaris des Hundes, des Ochsen etc., Glandula submaxillaris des Kaninchens u. s. w.) einige jüngere Zellen oft an der Peripherie des Alveolus noch gefunden zu werden.

Wie ist nun dieser Prozess der Neubildung der Speichelzellen aufzufassen? Sie bilden sich ohne Betheiligung des Kernes der Cylinderzelle, in den scheinbaren Fortsätzen der letzteren. Wenn bereits Massen von Kernen in diesen sich befinden, so scheint der Kern der Cylinderzelle immer noch wohl erhalten, kugelrund, scharf begrenzt und nirgends die Spur eines Sprossen zeigend. Ich habe niemals mit den stärksten Vergrösserungen auch nur eine Andeutung gesehen, dass von dem Kerne ein Faden abging, der als Spross etwa zu den jungen Kernen sich fortsetzte. Einige Fortsätze gehen sogar hoch über dem Kern von der Cylinderzelle ab und ihre Streifung verläuft parallel der Axe derselben bis zur freien dem Lumen des Speichelrohres zugekehrten Oberfläche, so dass es kaum möglich scheint, einen in dem Ende

solchen Fortsatzes entstehenden Kern aus dem Kern der Cylinderzelle abzuleiten. Der letztere ist fast immer einfach, selten doppelt. Ja es kommen sehr schmale, kernlose Cylinderzellen vor, die mit winzigen Kernen erfüllte Fortsätze besitzen. (Fig. 93.) Da ich mich demgemäss nicht für berechtigt halte, die neu in den Fortsätzen entstehenden Kerne von dem der Cylinderzelle abzuleiten, haben wir den Fall einer freien Zellbildung vor uns, wenn wir darunter den Fall der Zellenvermehrung verstehen, wo der neugebildete Kern selbständig in einer Zelle entsteht und nicht das morphologische Theilproduct eines bereits vorhandenen Kernes ist. Wenn man die Axencylinder und ihre Fibrillen sich direct in die Fibrillen der Cylinderzelle fortsetzen sieht, ohne dass irgend ein Unterschied zwischen den Axencylindern und den Fibrillen der Cylinderzelle existirt, so darf man den Nerven bis zu der Stelle rechnen, wo er in die Leibessubstanz der Cylinderzelle einmündet. Das ist die natürlichste Auffassung. Diese Auffassung ist aber für die Art der Entstehung des Drüsenepithels von der einschneidendsten Bedeutung, weil sich unmittelbar daraus ergiebt, dass die jungen Kerne in den Axencylindern entstehen, dass die Drüsenzellen, welche später eine Verdickung des Axencylinders darstellen, aus den Nerven knospend hervorwachsen. Diese Auffassung macht es begreiflich, warum sich der Kern der Cylinderzelle so indifferent bei der Vermehrung des Epithels verhält. Gegen diese Auffassung, welche ich für die wahrscheinlichste halte, lässt sich einwenden, dass bei der innigen Verschmelzung von Nervensubstanz und Epithel an der Peripherie sich keine so scharfe Grenze ziehen lasse, wo das Eine aufhört und das Andere endet, dass ferner vielleicht unsichtbar feine Fortsätze von dem Kern des Epithelcylinders ausgehen und sich frühzeitig abschnüren. Dass die Kerne der Speichelzellen Fortsätze haben, lässt sich nicht als Stütze für einen Einwand brauchen, da ja die jungen Kerne Verdickungen von Axencylinderfibrillen sein können.

Als einen schweren Grund für meine Auffassung möchte ich noch den anführen, dass die Fibrillen des Axencylinders nicht an der entwickelten Speichelzelle endigen, sondern sich so wie in eine Ganglienzelle fortsetzen und ihre ganze Substanz durchdringen.

Da nun zu den Cylinderepithelien die feinsten Axencylinder und Fibrillen gehen, welche mit den wuchernden Fortsätzen immerfort im Zusammenhange bleiben, und da Theile dieser Fortsätze später grosse Speichelzellen werden, welche mit kräftigen, markhaltigen Nervenfasern in Verbindung stehen, so folgt, dass mit den jungen Epithelien die zugehörigen Nerven gleichzeitig wachsen. In diese Reihe von Metamorphosen fällt wohl eine von mir früher beschriebene Art der Endigung markhaltiger Nerven, welche darin besteht, dass ein solcher sich plötzlich mehrmals theilt, dann erweitert und feinkörniges Protoplasma mit vielen grossen und kleinen Kernen enthält. Ich habe diese Art der Endigung der Nerven »die Protoplasmafüsse« genannt. Wenn man, was ich zuweilen beobachtete, manche Kerne mit Fasern versehen sieht, welche man in das Innere der Nervenfaser verfolgen kann, dann drängt sich

in hohem Grade der Gedanke auf, dass die Drüsenzelle aus dem Nerven herauswächst.

Bei jeder Auffassung wird man zu beachten haben, dass es Uebergangsformen giebt, bei denen es unmöglich ist zu sagen, ob sie epithelial oder nervös sind. Die continuirliche, üppige Neubildung in der Speichelrohrsubstanz setzt auch deren Regeneration voraus, über welche ich zwar Vermuthungen, aber kein reifes Urtheil habe. Ebenso scheint die fortdauernde Neubildung von Alveolen bei erwachsenen Thieren gleichsam ein Abwelken der vorhandenen zu bedingen. Bei Maulwürfen habe ich die Alveolen zuweilen mit blassen Anhängseln von verschiedener Gestalt und blassem, feinkörnigem Inhalt versehen, gefunden, die solche abgewelkte Alveolentheile sein könnten.

Das Verständniss der Mannigfaltigkeit aller Formen der Speicheldrüsen erschloss sich mir erst, als ich das ewige Werden und Vergehen erkannt hatte, was sich sogar auf die Nervensubstanz bezieht.

§. 6. Von den morphologischen Bestandtheilen des Speichels. Der Speichel besitzt normal keinerlei morphologischen Elemente, sondern stellt eine durchsichtige, ganz homogene Flüssigkeit dar. Sobald aber durch Unterbindung der Ausführungsgänge der Drüse oder Einführung von Canülen die Schleimhaut des ductus insultirt wird, erhält man abgestossene und durch katarrhalische Affection und Exsudation sich continuirlich erzeugende morphologische Producte, welche einige Forscher zu dem Glauben verleiteten, dass der normale Speichel geformte Elemente enthalte und continuirlich Drüsenepithelien ausführe. Da diese meine Angabe gerade neueren Forschungen widerspricht, so möge die Begründung kurz dargelegt werden. Sobald man den Ductus Whartonianus eines Hundes, sowie den Drüsennerven bloss gelegt, isolirt und durchschnitten hat, so fliesst aus dem Gange ein wasserklarer Speichel ab, durchsichtig wie ein Thautropfen. Das in dem Gang befindliche Secret ist also klar. Legt man jetzt eine Canüle ein und bindet sie fest und reizt dann den Nerven, so ist es sofort trüb; je mehr Tropfen aber abfliessen, um so klarer wird es wieder. Die ersten nach Anlegung der Canüle bei Nervenreizung abfliessenden Tropfen waren ja schon vor dieser Reizung in dem Gange und ursprünglich klar, sind aber in ihm trüb geworden, während das aus dem frisch ausgeschnittenen Gange aufgefangene klare Secret an der Luft klar geblieben ist. Demnach hat der Contact des Speichels mit der Wand das Secret trüb gemacht. Untersucht man die ersten Tropfen mikroskopisch, so enthalten sie theils einzelne, theils gehäufte Epithelzellen mit Kernen, unzweifelhafte, markhaltige Nervenfasern, Bindegewebe u. s. w., mit einem Worte Bestandtheile, welche die eingeführte Canüle von der Schleimhaut des Ausführungsganges abgestossen hat und die genauer zu beschreiben kein Interesse darbieten kann. Sobald ein starker, durch Reizung der Chorda hervorgerufener Speichelstrom diese abgestossenen Elemente vollkommen ausgewaschen hat, ist der Speichel wieder ganz klar und enthält keine morphologischen Ele-

mente mehr. Nach einiger Zeit aber stellen sie sich in spärlicher Weise als sogenannte Speichelkörperchen, d. h. kleine, fein granulirte, kernhaltige, zum Theil amöboid bewegliche Zellen wieder ein, während die Flüssigkeit durch feine Körnchen getrübt wird. Diese Gebilde stammen abermals aus der jetzt catarrhalisch afficirten Wand des Ausführungsganges und nicht aus der Drüse, wie sich leicht beweisen lässt. Man reize den Nerven so lange, bis ein fast wasserklarer Speichel aus dem Gummischlauch der Canüle hervorquillt. Darauf unterbreche man die Reizung für 10 Minuten und unmittelbar ehe man wieder zu reizen beginnt, streiche man den im Gummischlauche noch von der vorhergegangenen Reizung stagnirenden Speichel aus und fange ihn auf. Er ist noch eben so klar wie vorher. Wenn man jetzt reizt, werden, da die Canüle sehr eng ist, die ersten 3—4 Tropfen den Speichel enthalten, der noch von der vorigen Reizung im Ausführungsgange stagnirte. Diese drei Tropfen sind ganz trüb von Exsudat und abgestossenen Zellen, dann kommt wieder wasserklarer Speichel, das heisst, nachdem das Exsudat aus dem Ductus ausgewaschen ist. Ich habe nach ungefährem Ansehen die Capacität des Ganges von der Canüle bis zur Drüse abgeschätzt und glaube, dass etwa drei Tropfen darin Platz haben. Sicher sind sie viel kleiner als das Totalsecret, welches innerhalb der zahlreichen, zum Theil sehr weiten Gänge noch aus der Zeit vor der erneuten Reizung stagnirte. Es ist also der ursprünglich unzweifelhaft klare Speichel im Gange trüb geworden — offenbar durch jenen pathologischen Prozess; denn ein frisch blossgelegter Gang entleert, auch wenn der Hund vorher gar keinen Speichel entleerte, beim Anschneiden ein klares Secret.

Der durch den Sympathicus hervorgerufene Speichel ist reicher an Schleimballen und nicht deutlich charakterisirten und in Zerfall begriffenen morphologischen Elementen. Heidenhain vermisste aber die morphologischen Elemente oft. Da dieser Speichel immer nur in geringer Menge erhalten werden kann, so vermag er das entstehende Exsudat niemals ganz auszuwaschen und entleert also, da in längeren Intervallen wenig Speichel erscheint, eben wesentlich nur dieses. Dass er bei längerer Reizung klarer wird, hat Heidenhain gezeigt. Die Beziehungen des Nervus Sympathicus zu den Speicheldrüsen haben noch manches Unklare.

Hiernach wird man bessere Gründe abwarten, ehe man zugeben kann, dass der Speichel normal morphologische Elemente enthalte.

§. 7. Von der Veränderung der Structur der Drüse durch ihre Function. Durch längere Secretion wird die Speicheldrüse leichter, weicher, absolut und relativ ärmer an festen Bestandtheilen und blässer von Aussehen. Durch längere Ruhe, d. h. Fasten, treten die umgekehrten Veränderungen ein und die Farbe wird mehr gelb. Letzteres ist, wie ich glaube, durch zahllose, in den Speichelzellen sich anhäufende Molecularkörnchen bedingt. Die Drüse ist »geladen«.

Heidenhain hat in neuerer Zeit (s. l. c.) die Ansicht ausgesprochen, dass bei einigen Thieren (Carnivoren und Herbivoren) die Secretion mit einer massenhaften Auflösung von Speichelzellen von Statten gehe, welche durch von der Peripherie der Alveolen her neugebildete ersetzt werden. Bei den Kaninchen soll ausnahmsweise nach Heidenhain die Speichelbildung in der Glandula submaxillaris ohne nachweisbare Auflösung und Neubildung sich vollziehen.

Dies gewichtige, von dem genannten Forscher aufgestellte ganz neue Prinzip von Nervenwirkungen kann an dieser Stelle nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Ich habe die Prüfung dieser Untersuchungen dem Hrn. Stud. Anton Ewald aus Berlin übergeben, welcher sich unter meinen Augen seit einiger Zeit mit den durch Drüsenreizung bedingten Structurveränderungen beschäftigt, indem er genau nach den von Heidenhain angegebenen Regeln verfährt. Sobald die eine Drüse lange Zeit (bis zu 7 Stunden) fast continuirlich gereizt worden ist, während die andere sich in fortwährender Ruhe befand, wurden beide Glandulae submaxillares am lebendigen Thiere ausgeschält, von jeder mit dem Rasirmesser dünne Lamellen entnommen und sofort in grosse Quantitäten absoluten Alkohols geworfen. Hiedurch vermeidet man möglichst, dass in der nicht gereizten Drüse, die mit Schleim bildender Substanz (»Mucigen«) geladen ist, nicht durch postmortale, in den Alveolen sich vollziehende Schleimblasenbildung zu viel Structurveränderung durch Verschiebung von Zellen und Protoplasma erzeugt werde. Diese Vorsichtsmaassregel war nothwendig. Denn in der Drüse, welche sehr lange secernirt hat, ist kein »Mucigen« mehr enthalten, sodass auch durch postmortale Schleimblasenbildung keine Alteration der Structur sich auszubilden vermag.

Nachdem beide Drüsen gleich lange in Alkohol gehärtet, werden sehr feine Schnitte angefertigt, gleich lange in die von Heidenhain gebrauchte Carmin-Glycerinlösung gelegt und dann in Glycerin, nachdem sie sorgfältigst abgewaschen sind, untersucht. Hauptbedingung von freilich selbstverständlicher Art ist möglichste Feinheit des Schnittes. Jeder, der dicker als der Durchmesser einer Speichelzelle ist, ist zu verwerfen.

Betrachtet man die Mosaik der Alveolen der ausgeruhten Drüse, so finden wir eine meist einschichtige Lage polygonal gegen einander abgeplatteter **durchsichtiger** Zellen, welche sich **scharf** gegen einander abgrenzen, sie sind nicht ganz hyalin, sondern zeigen eine zarte Streifung, die so aussieht, als ob eine hyaline Substanz von zahllosen, äusserst feinen, blassen Fäserchen durchsetzt würde. Der Inhalt dieser Speichelzellen, welche, da sie beim Hunde Schleim bilden und kaum Eiweisstoffe enthalten, Heidenhain »Schleimzellen« nennt, färbt sich durch Carmin bei den meisten fast gar nicht, bei vielen wenig, bei einigen stärker. Letztere sollen auch Eiweiss enthalten. Ein Gebilde, das wahrscheinlich der Kern der Schleimzelle ist, liegt mit etwas Protoplasma an der Peripherie der Alveole und ist wie der Fortsatz intensiv roth gefärbt. Da alle Fortsätze an der Peripherie mit den Kernen und Proto-

plasma zusammenlagern, so entsteht hier eine oft etwas breitere rothe Zone. Hier und da ist nun eine oder mehrere Speichelzellen mehr oder weniger durch Carmin gefärbt. Diese Zellen nennt HEIDENHAIN den »Halbmond.« Er hält sie für jüngere Zustände, die allmählig in »Schleimzellen« überzugehen bestimmt sind, was auch mir nicht unwahrscheinlich ist. Er schliesst sich also stillschweigend der schon von mir vorgetragenen Ansicht an, dass nicht alle Speichelzellen sich ganz gleich gegen Reagentien verhalten, was auch ich aus ihrer nicht ganz gleichen Entwicklungsstufe ableite.

Betrachten wir nun die gereizte Drüse, so fallen uns als Unterschiede auf: Fast **alle Zellen** sind jetzt, wenn auch zart durch Carmin **gefärbt**; einige wiederum stärker als die anderen. Aber die Färbung ist, abgesehen vom Protoplasma, überall weniger stark als in der ausgeruhten Drüse. Von Theilungszuständen der jungen Zellen an der Peripherie der Alveolen ist Nichts zu sehen. Hierfür citire ich auch HEIDENHAIN's Tafel I, Fig. 84 u. 85. Alle Conturen sind auffallend blass und weich: so die der Alveolen und der Speichelzellen, die sich nicht mehr durch derbe Linien von einander abgrenzen. Der Kern ist weniger geröthet, zarter begrenzt, grösser und im Allgemeinen rund.

Der Erfolg der Reizung ist also: Statt der in Carmin sich nicht röthenden Zellen mit rundem in Alkohol schrumpfendem, sich intensiv röthendem Kern sind in Carmin sich röthende Zellen mit rundem, in Alkohol nicht schrumpfendem und in Carmin sich weniger röthendem Kerne vorhanden.

HEIDENHAIN schliesst daraus, dass die erste Form bei der Secretion aufgelöst, die zweite neugebildet sei.

Es bleibt aber doch die Möglichkeit bestehen, dass die Schleimzellen durch ihre langdauernde Arbeit eine wesentliche Alteration ihrer chemischen Constitution erfahren haben, und dass hierin die Ursache des verschiedenen Aussehens der Zellen liegt, je nachdem sie ausgeruht oder länger gereizt sind. Ich kann aber nicht läugnen, dass der so total verschiedene Eindruck (s. Fig. 95) sehr stark in Sinne HEIDENHAIN's spricht.

HEIDENHAIN beruft sich endlich zur Stütze seiner Ansicht noch darauf, dass er aus der gereizten, in Jodserum macerirten Drüse mehr in Theilung begriffene Zellen zu isoliren im Stande gewesen sei als aus der ausgeruhten. Die Epithelien der Hundedrüse isoliren sich überhaupt schwer. Sollte nun nicht die Isolirung junger Zellen in der gereizten Drüse dadurch erleichtert werden, dass sie durch die Reizung lockerer und weicher, wasserhaltiger geworden ist, was ja HEIDENHAIN selbst Alles beschreibt? Sollte nicht die starke und lange Durchströmung mit dem an ätzendem kohlensauren Natron reichen Speichel die Isolirung begünstigen? Bemerkenswerth ist auch, dass nach HEIDENHAIN diese jungen Zellen sich erst nach längerer Maceration als die anderen Epithelien isoliren, zum Beweise, dass also begünstigende Umstände sie früher oder in grösseren Massen zur Anschauung bringen. — Ferner muss ich

nach meinen Erfahrungen sagen, dass ich aus jeder ausgeruhten Speicheldrüse Tausende von in Vermehrung begriffenen Epithelzellen demonstriren will. Ganz besonders geeignet ist hierzu die Glandula sublingualis des Kanin-



Fig. 96. α. Ausgeruhte Drüse.

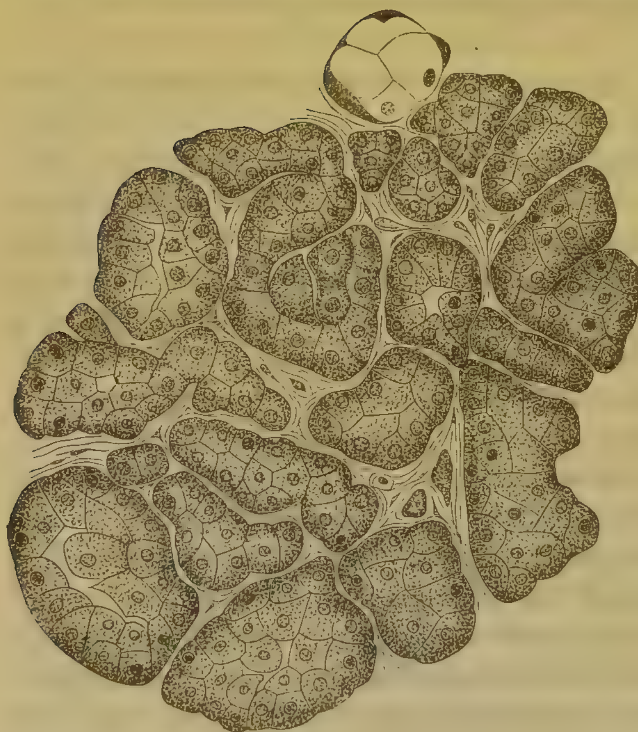


Fig. 96. β. Gereizte Drüse vom Hunde. Nach Heidenhain.

chens, die hier noch den Vortheil bietet, dass sie schöne grosse Schleimzellen und Möndchen wie die Glandula submaxillaris des Hundes enthält. In jeder beliebigen solchen Drüse findet man Tausende junger, durch Sprossung sich entwickelnder Epithelzellen. Principiell halte ich selbst wegen der von mir entdeckten Regeneration der Speichelzellen aus den Cylinderzellen der Ausführungsgänge eine allmählige Rückbildung der Alveolen für sehr wahrscheinlich. In wie weit aber das Nervensystem diesen Vegetationsprozess primär oder secundär beeinflusst, möchte noch weiterer Forschung bedürfen.

§. 8. Von dem Stroma der Speicheldrüsen. Die Bindesubstanzen bestehen theils aus Membranen, theils aus Faserbündeln, die ein poröses Netzwerk bilden, welches das ganze Organ durchsetzt und welchem bald grössere, bald geringere Mengen elastischer Fasern von oft beträchtlicher Entwicklung beigemengt sind. Die Kerngebilde sind nicht überall leicht darzuthun und stellen, wo sie vorkommen, kleine, ovale, scharfbegrenzte, glänzende Körperchen dar. An einzelnen Orten findet man feinkörnige, kernhaltige, mit derben Fortsätzen versehene Zellen, die wahrscheinlich auch zu den zelligen Elementen der Bindesubstanzen gerechnet werden müssen. Nach Boll und Kölliker bilden, wie schon oben besprochen, blasse, platte Bindesubstanzzellen ein reticulum um die Alveolen.

Mit Rücksicht auf das Vorkommen von Muskelfasern, die Schlüter im Stroma gesehen haben will, muss ich bemerken, dass ich neuerdings diesem auch in physiologischer Beziehung hochwichtigen Punkte eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe. An in Carmin gerötheten, durch Alkohol erhärteten und in Glycerin untersuchten Schnitten habe ich mich nun in der That davon überzeugt, dass theils solitäre, theils in Bündeln zusammenliegende, glatte Muskelspindeln mit langen, stabförmigen Kernen vorkommen, die wohl nicht als Bestandtheile der Gefässe zu betrachten sind, sodass das Stroma der Contractilität nicht ganz entbehrt.

Das Bindegewebestroma ist nun zwischen den zu einem kleinen Ausführungsgange gehörigen Alveolen ungemein spärlich, sodass diese sich dicht gedrängt aneinander lagern und gegen einander abplatten. Die einzelnen, zu den kleinen Ausführungsgängen gehörigen Drüsenträubchen werden dann durch etwas breitere Bindegewebezüge geschieden, in denen bei fetten Thieren sich die Bindegewebezellen zu Fettzellen umwandeln, sodass Ueberosmiumsäure eine zierliche, aus schwarzen Linien gebildete Marmorirung an jedem frischen Schnitt einer Speicheldrüse hervorbringt. Nachdem secundäre und tertiäre Packete von Drüsenträubchen, die zu einem grösseren Ausführungsgange gehören, mit Bindegewebe zu einer compacten Masse zusammengebunden sind, entstehen vielfache, mit blossem Auge sichtbare Lappen, welche durch Spalten von einander getrennt sind. Die Wand dieser Spalträume besteht aus Bindegewebefasern und ich habe ein Endothel auf ihnen wenigstens nicht deutlich wahrgenommen. Doch habe ich auch diesem Gegenstande keine besondere Beachtung zu schenken bisher Zeit gefunden. Dass diese Spalten, wie Gianuzzi behauptet, zu dem Lymphgefässsystem gehören, bezweifle ich nicht im Geringsten. Weder von den Blutgefässen, die in einer so merkwürdigen Abhängigkeit vom Nervensysteme stehen, noch von den Lymphgefässen ist der Anatomie etwas Eigenthümliches bekannt. Die Capillaren umspinnen, sich an die Membrana propria anlegend, diese sehr dicht und von mehreren Seiten und zeigen nichts von dem gewöhnlichen Baue Abweichendes.

§. 9. Methode der Untersuchung. Handelt es sich darum, über den Situs der Alveolen, Ausführungsgänge, der Zellen und des Stromas einen

Ueberblick zu gewinnen, so macht man feine Schnitte von erhärteten Drüsen. Die Erhärtung geschieht durch Einlegung von dünnen Scheiben lebenswarmer Drüsen in absoluten Alkohol. Die feinen Schnitte werden dann in bekannter Weise mit Carmin gefärbt und in Glycerin untersucht. Um die feineren Structurverhältnisse zu studiren, müssen alle Härtungsmethoden vermieden werden. Man kann von ganz frischen Drüsen mit sehr scharfem Messer Schnitte machen, die man in Jodserum oder Chromsäure von $^1/_{25}$—$^1/_{50}$%, dem ein wenig Jodserum beigemischt ist, untersucht. Indem man solch feine Schnitte vorsichtig mit der Nadel zertheilt, erhält man isolirte Alveolen, Speichelröhren, Epithelzellen mit Nervenendigungen u. s. w. — Am vorzüglichsten gelingt die Isolation der Epithelien durch die Anwendung von Jodserum, in dem man 4—6 Tage die Drüse liegen lässt oder noch besser durch der Jodserumbehandlung nachfolgende Einlegung in Chromsäure von $^1/_{50}$%. Die Chromsäure macerirt am vorzüglichsten, wenn schon vorher eine oder zwei Drüsen für einige Tage eingelegt gewesen waren. Ganz frisch angewandt muss man immer nur ein die Drüse nur 2—4 Mal übertreffendes Volum nehmen. — Eine andere Methode zur Isolation der Elementarbestandtheile, besonders der Kaninchendrüse, besteht darin, dass man diese in ein kleines Gläschen legt, 4—8 Tropfen der Chromsäure von $^1/_{50}$% hinzugiebt, und nach einer Stunde, wenn das Organ durch Quellung gehärtet und durchscheinend geworden ist, feine Schnitte anfertigt und mit scharfen Nadeln in derselben Chromsäure zerlegt. — Recht gut zur Isolation der Elementartheile erweist sich auch Aetzkalilauge von 33%. Sobald die Drüse braun geworden ist, was nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde eintritt, lösen sich die Gewebe leicht. Die Untersuchungsflüssigkeit darf natürlich nicht Wasser, sondern muss abermals dieselbe Kalilauge sein. Eine ganz vorzügliche Methode zur Demonstration der Nervenendigungen ist die von Max Schultze in die mikroskopische Technik eingeführte Einlegung frischer Drüsen in Ueberosmiumsäure, wodurch die markhaltigen Nerven intensiv schwarz werden, wie mit Tinte injicirte Schläuche, während die Epithelien in dünnen Schichten unter dem Mikroskope betrachtet sich so gut wie gar nicht färben. Nur die Speichelröhren nehmen einen bräunlichen Stich an.

Capitel XV.

Bau und Entwicklung der Zähne.

Von

W. Waldeyer.

Diejenigen Hartgebilde des thierischen Organismus, welche man als »Zähne« bezeichnet, finden sich, freilich mit sehr verschiedenem histologischen Bau, in grosser Verbreitung sowohl bei den Wirbelthieren, als bei den Wirbellosen.

Mit Ausnahme der Larvenform des Petromyzon (Ammocoetes), von Amphioxus, Acipenser und der Lophobranchier (Cuvier) unter den Fischen, einiger Kröten (Pipa) bei den Amphibien, der Chelonier bei den Reptilien, sämmtlicher Vögel, von Myrmecophaga, Manis und wohl auch Echidna unter den Säugern haben sämmtliche Wirbelthiere Zähne. Die Bartenwale haben sie wenigstens im Fötalzustande.

Die anatomische Grundform des Vertebratenzahnes ist die einer grossen Papille der Mund- resp. Rachenschleimhaut, der durch chemische und histologische Umänderung ihrer Bestandtheile eine bedeutende Härte verliehen ist. Je nachdem auch der bindegewebige Stamm der Papille an der Erhärtung Theil nimmt oder nicht, unterscheiden wir zwei grosse Gruppen von Zähnen: Dentinzähne und Hornzähne.

Die Hornzähne tragen den Charakter einer weit einfacheren Bildung. Sie stellen mehr oder minder entwickelte Papillen mit mächtigem verhornten Epithelüberzuge dar. Sie hängen niemals mit Skelettheilen zusammen und vermitteln den Uebergang zu den übrigen Hornformationen, Haaren, Stacheln, etc. Aechte Hornzähne treffen wir bei den Petromyzonten, den Myxinoiden und Ornithorhynchus. Eigenthümlich complicirte, aber offenbar hier anzureihende Bildungen sind die Barten vieler Wale und die Hornkauplatten von Rhytina Stelleri.

Bei den Dentinzähnen betheiligt sich in erster Linie der bindegewebige Grundstock der Zahnpapille an dem Erhärtungsprozess, der hier ganz

der Ossification analog vor sich geht. Nur bildet sich kein ächter Knochen, sondern eine zwar verwandte, aber viel härtere und im histologischen Bau mehr oder minder abweichende Substanz, das Zahnbein (Dentin). Das Epithel der Zahnpapille verkümmert dabei entweder zu einem ganz rudimentären Hornüberzuge, der cuticula (Schmelzoberhäutchen), oder es bildet sich in eigenthümlicher Weise zu langen petrificirten Prismen aus, die zusammen als »Schmelz« das Dentin überkleiden. Hierzu kommt als mehr accessorische Bildung noch das Cement, eine ächte, vorzugsweise die Zahnwurzeln überziehende Knochensubstanz. Die Dentinzähne sind fast stets an die den Mund und Rachen umgebenden Skelettheile, meistens die Kiefer, befestigt.



Fig. 97. Praemolarzahn der Katze in situ, Frontalschliff. $^{15}/_{1}$. 1) Schmelz mit Kreuzungs- und Parallelstreifen. 2) Dentin mit SCHREGER'schen Linien. 3,3) Cement. 4) Alveolarperiost. 5) Unterkiefer.

Von der einfachen Anordnung der drei hauptsächlichsten Zahnbestandtheile, wie sie z. B. bei den Menschenzähnen sich findet, giebt es höchst mannichfache und complicirte Abweichungen. Dahin gehören vor Allem die sog. schmelzfaltigen Zähne der Nager, Einhufer u. A., und die zusammengesetzten Zahnbauten vieler Fische, fossiler Reptilien (Labyrinthodon), der Elephanten etc. Die schmelzfaltigen Zähne, d. complicati, haben die Grundform eines einfachen Zahns. Das Zahnbein der Krone ist aber wie eine Halskrause gefaltet; Schmelz und Cement senken sich als Ueberzug in alle die dadurch entstehenden Buchten hinein. Bei den dentes compositi kann man zwei Hauptformen unterscheiden. Entweder ist ein gemeinschaftlicher Stamm vorhanden, von dem eine Menge Einzelzähnchen ausgehen (Galeopithecus, Labyrinthodon) oder es fehlt eine gemeinsame Zahnpulpa ganz, und es sind, wie bei vielen Fischen und bei Orycteropus, zahlreiche selbständige, vom Kiefer ausgehende Einzelzähnchen zu einem Gesammtzahn vereinigt. Die Pulpa der Labyrinthodontenzähne ist also den zusammengesetzten Papillae filiformes der Zunge zu vergleichen, während die ächt zusammengesetzten Zähne der zweiten Classe zu den einfachen Zähnen sich verhalten wie die Hufsohle zum Haar. Bei den Back-

zähnen der Elephanten verhält sich der ganze Zahn wie ein zusammengesetzter Zahn der ersten Art; jeder Einzelzahn hat aber einen schmelzfaltigen Bau, so dass ein höchst verwickeltes Gesammtbild herauskommt.

Auf der andern Seite wird die Zahnbildung wiederum vereinfacht durch den Mangel von einem oder zweien der genannten Zahngewebe, nämlich des Schmelzes oder des Schmelzes und Cements. Die Stosszähne der Elephanten sowie die Zähne der Edentaten entbehren des Schmelzes. Auch die Nager haben an der Kaufläche ihrer Schneidezähne keinen Schmelz. Nur aus gewöhnlichem Zahnbein bestehen nach Owen[34] die Pharyngealzähne von Labrus. Sehr verbreitet bei den Fischen, z. B. Esox, ist die Combination eines central gelegenen gefässhaltigen Dentins (vasodentine, Owen) mit einer dünnen Mantelzone von gewöhnlichem, in den äussersten Lagen homogenen sehr harten Dentin (vitrodentine, Owen[34]). Vgl. Fig. 99.

Zahnbein (Elfenbein, Subst. eburnea, Ebur, Dentin). Das Zahnbein stellt eine gelblich weisse, sehr elastische aber spröde Masse dar von feinfasrigem und eigenthümlich glänzendem Bruch, und ist eine der härtesten Substanzen des thierischen Körpers. Hauptbestandtheile desselben sind eine sehr feste, der compacten Knochenmasse ähnliche Grundsubstanz und in feine Canälchen der lezteren, Zahncanälchen, eingebettete, äusserst zarte, vielfach verästelte Fasern, Zahnfasern Tomes[40], Kölliker[58]. Die Zahnfasern sind enorm verlängerte Ausläufer der sogenannten Elfenbeinzellen (Odontoblasten) s. die Zahnpulpa. Das Zahnbein entspricht somit der Knochensubstanz, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei der subst. eburnea nicht Zellen, sondern nur lange Zellenausläufer in die erhärtete Grundsubstanz eingeschlossen sind. Was das weitere Verhalten der Grundsubstanz anlangt, so hat dieselbe eine durchaus homogene Beschaffenheit und zeigt chemisch eine ähnliche Zusammensetzung wie compacte Knochen. Nach Behandlung mit Säuren (am besten verdünnte Salzsäure) erhält man eine dem Ossein fast vollkommen gleiche Masse, den Zahnknorpel, der nur eine etwas grössere Festigkeit besitzt.

Die weichen Theile des Zahnbeins sind die Zahnfasern. Sie stecken nicht unvermittelt in der harten Grundsubstanz, sondern sind noch von besonderen, eng mit der letzteren verbundenen Scheiden umgeben, Zahnscheiden E. Neumann[48]. Nach Entfernung der Zahnfasern durch Maceriren oder Glühen des Zahns bleiben diese Zahnscheiden unversehrt; erst nach der Zerstörung der Grundsubstanz durch Kochen in starker Salzsäure oder in kaustischen Alkalien treten sie hervor als der einzige, fast unzerstörbare Rest des Zahns. Sie bilden den weissen feinfadigen Filz, den man nach der Behandlung mit den genannten Agentien zurückbehält.

Die Zahnscheiden gehören höchst wahrscheinlich in die Kategorie der elastischen Begrenzungsschichten, die sich um die Hohlräume der Bindesubstanzen auszubilden pflegen. E. Neumann hält sie für verkalkt. Vergl. auch Lief. I. pag. 91. d. W.

Die Zahnbeingrundsubstanz ist demnach von einer Menge feiner Canälchen mit besonderen Wandungen, Zahnscheiden, in welchen die Zahnfasern stecken, durchsetzt. Die Zahncanälchen beginnen mit feinen

circulären Oeffnungen an der Innenfläche der Pulpahöhle und durchziehen von da aus das Zahnbein in radiärer Richtung unter Bildung zahlreicher Schraubenwindungen Welcker[41]. Im Allgemeinen erstreckt sich jedes Canälchen von der Pulpahöhle bis zum Schmelz resp. dem Cement, indem es auf diesem Wege sich reichlich durch zarte Queräste verzweigt. Mittelst dieser Queräste anastomosiren sowohl die Canälchen, als auch ihr Inhalt die Zahnfasern mit einander. An Schliffen frischer Zähne bei stärkeren Vergrösserungen (500—1000) erkennt man unschwer, namentlich in dem centralen Abschnitt der Canälchen, der von bedeutend stärkerem Kaliber ist, die blasse homogene Zahnfaser. Die Wandungen der Canälchen (Zahnscheiden) lassen sich nur auf dem Querschnitt gut sehen, als schmale gelbliche Ringe, in deren Mitte dann wieder der Querschnitt der Zahnfaser als dunkler, feiner Punkt erscheint. Ich glaube wenigstens so mit Kölliker[58] das Querschnittsbild der Zahnröhrchen deuten zu müssen. Zur Orientirung über diese Verhältnisse leisten cariöse Zähne gute Dienste*). Am besten sind die Zahncanälchen an feinen lufttrockenen Schliffen zu übersehen; sie treten da, mit Luft gefüllt, als tief dunkle Röhrchen oder Linien sehr bestimmt hervor und lassen sich bis in ihre feinsten Verzweigungen verfolgen.

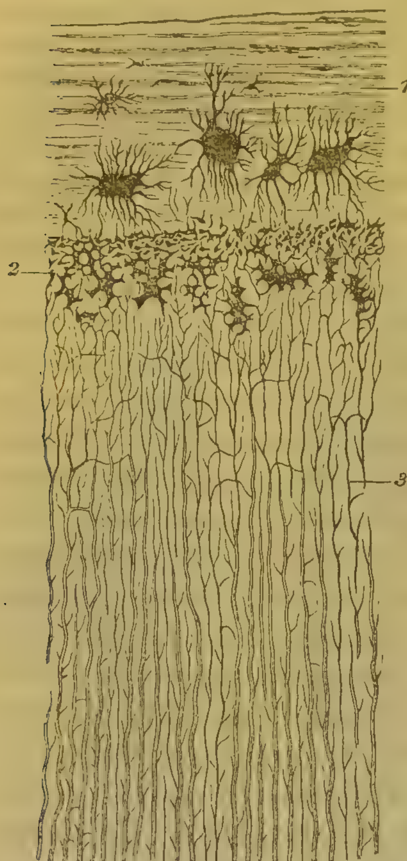


Fig. 98. Eckzahn vom Menschen, Stück eines Querschliffs der Wurzel. $^{300}/_{1}$. 1) Cement mit grossen Knochenhöhlen und parallelen Streifen. 2) Interglobularsubstanz. 3) Zahncanälchen.

Ueber die peripherische Endigung der Zahncanälchen lässt sich noch keine sichere Auskunft geben. Und doch hat eine genaue Kenntniss derselben einen besondern Werth, seit Tomes[29] auf die Sensibilität der peripherischen Theile des Dentins aufmerksam gemacht hat. Zur Zeit der Endschlingen mussten auch die Zahncanälchen in dieser Weise endigen; doch lassen sich wirkliche terminale Schlingenbildungen hier kaum nachweisen. Gegen den Schmelz hin finden sich stets äusserst feine Ausläufer der Zahncanälchen, die sich an der Grenze des Zahnbeins verlieren. Mitunter zeigen sich auch hier kleinere und grössere unregelmässig begrenzte Lücken, Interglobularräume Czer-

*) In der Nachbarschaft der cariösen Stellen zeigen sich sowohl die weichen Zahnfasern als auch die Zahnscheiden verdickt, so dass man auf dem Querschnitt beide sehr deutlich erkennen kann.

MAK[33], wovon weiter unten die Rede sein soll. Die Zahncanälchen gehen in diese Interglobularräume über, sowie andrerseits von letzteren auch oft noch feine Ausläufer gegen den Schmelz hinziehen. Ein Uebergehen der Zahncanälchen in den Schmelz findet nicht statt.

TOMES[29] und KÖLLIKER[58] halten an der Angabe fest, dass die Zahncanälchen zum Theil mit ihrem weichen Inhalt in den Schmelz eindringen. Namentlich soll das bei Nagern und Beutelthieren der Fall sein. Mir ist es ebenso wenig wie HERTZ[52] gelungen, davon überzeugt zu werden. An Schliffen kann man darüber gar nicht zur Klarheit kommen, da der geringste Mangel an Parallelität der Schliffebenen sehr leicht Täuschungen hervorruft. Andrerseits müssen Sprünge im Schmelz und unebenes Ineinandergreifen von Zahnbein und Emailsubstanz Bilder hervorrufen, die scheinbar zur Bestätigung der TOMES'schen Ansicht dienen. Die Entscheidung kann nur an jungen, in der Bildung begriffenen Zähnen geliefert werden. Doch habe ich bei solchen niemals etwas dergleichen vorgefunden.

Zwischen Zahnbein und Cement tritt regelmässig jene bereits erwähnte Interglobularsubstanz in grösserer Menge auf, und die meisten Zahncanälchen gehen in deren unregelmässige Hohlräume über. Diese stehen wieder durch feine Ausläufer mit den Knochencanälchen des Cements in Verbindung.

An der Kaufläche der Schneidezähne bei Nagern, wo das Dentin blank zu Tage liegt und immer abgeschliffen wird, liessen sich die Canälchen bis unmittelbar an die freie Oberfläche verfolgen. Doch schien mir, dass in den letzten Abschnitten derselben die Zahnfaser atrophirt.

Gehen wir zu einer genaueren Betrachtung der Zahnfasern über, so ist deren Verlauf, als durch die Zahncanälchen bedingt, bereits im Vorigen genügend erörtert. Es ist jedoch nicht leicht zu entscheiden, ob überall, auch in den feinsten peripherischen Verzweigungen der Canälchen, noch Zahnfasern stecken. Bei jungen Zähnen ist das gewiss der Fall, bei älteren scheint vielfach eine mit Obliteration der Canälchen verbundene Atrophie der Fasern stattzufinden. Vergebens sucht man, selbst an den jüngern Zahnfasern, nach Kernrudimenten, obgleich die Entwicklungsgeschichte, sowie einzelne pathologische Befunde (bei Caries) daran denken lassen. In Carmin färben sich die Fasern leicht. Bemerkenswerth ist die grosse Dehnbarkeit der Zahnfasern; man kann namentlich bei jungen Zähnen die Elfenbeinzellen weit vom Dentin entfernen, ohne dass deren Fortsätze abreissen, die dann wie Harfensaiten angespannt erscheinen. Wenn SALTER[51] neuerdings die Fasern für Röhrchen erklärt, weil sie beim Trocknen Luftbläschen zu enthalten scheinen und auf dem Querschnitt einen dunklen Punkt zeigen, so beruht das wahrscheinlich auf Verwechslung mit Zahnscheiden. Die Fasern sind durchaus solid und homogen.

Von dem vorhin geschilderten Baue des Zahnbeins giebt es einzelne bemerkenswerthe Abweichungen. Eine ziemlich allgemein verbreitete Bildung ist zunächst die Interglobularsubstanz. So nannte CZERMAK diejenigen Partieen des Dentins, welche sich am lufttrocknen Schliff mit unregelmässigen Lücken und Hohlräumen durchsetzt erweisen. Die Begrenzungen dieser Lücken, namentlich wenn sie tief einschneidende Winkel zeigen, springen oft in Form kugliger Massen vor, Zahnbeinkugeln. Kuglige Zeichnungen, die mitunter in compactem

Dentin auftreten, lassen sich daraus erklären, dass vielfach eine nachträgliche Obliteration der Interglobularräume durch Verknöcherung ihres weichen Inhaltes stattfindet, wobei die Contouren ihrer ehemaligen Begrenzung erhalten bleiben. Der Inhalt der Interglobularräume besteht aus einer weichen Masse. Bei jungen, frischen Kalbszähnen kann man in den grösseren Interglobularräumen sehr häufig rundliche und sternförmige Zellen mit Ausläufern liegen sehen, die sich in die einmündenden Zahncanälchen fortsetzen. Später verkümmern die Zellen, oder ihr Protoplasma wandelt sich in eine dem Zahnknorpel ähnliche Substanz um. Fast regelmässig findet sich an der Grenze des Cements eine Lage sehr kleiner, dichtgedrängter Interglobularräume, granular layer Tomes. Die Interglobularräume mit ihrem weichen Inhalt sind also nichts anders, als das Resultat eines etwas unregelmässigen Verzahnungsprozesses und den kleinen unregelmässigen Marklücken analog, die man auch inmitten compacter Knochensubstanz findet.

Im Zahnbein vieler Thiere, namentlich der Fische, bei einigen Nagern, im centralen Theile der Stosszähne des Elephanten, den Backzähnen des Iguanodon u. A., finden sich Gefässcanäle, den Havers'schen Canälen des Knochens analog, Vasodentine Owen. Bei Menschen werden dergleichen Bildungen wohl nur bei nachträglichen Verknöcherungen der Pulpa angetroffen. Wie bei manchen Fischen (Kölliker[45]) die Skelettknochen zum grossen Theil aus ächtem Dentin bestehen, so trifft man umgekehrt auch im Dentin der Zähne, namentlich bei pathologischen Producten, Odontomen Virchow, Osteo-Odontomen Hohl, dann im Zahnbein in der Nähe des Cements, oder bei Verknöcherungen der Pulpa den Knochenkörperchen ähnliche Bildungen, Osteodentine Owen.

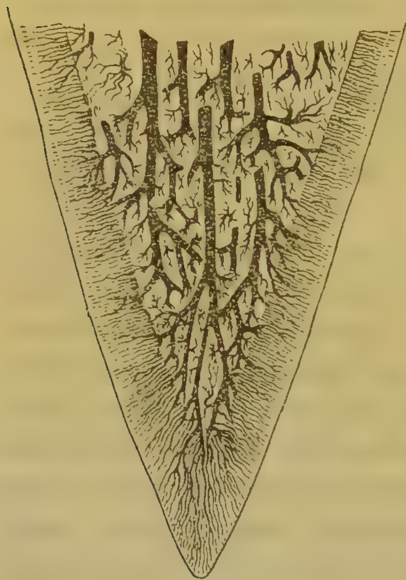


Fig. 99. Spitze eines Hechtzahns. (Unterkiefer, Esox lucius) $^{80}/_{1}$. Centrales Vasodentin, Mantel von ächtem Dentin mit äusserem Belag von Vitrodentin.

Uebergangsformen zwischen Vasodentine, Osteodentine und gewöhnlichem Zahnbein sind bei Fischen, Hechten z. B., sehr häufig; auch bei den Cetaceen, Dugong, Physeter, gehen die peripherischen Lagen des Dentins, welche reichlich mit kleinen Interglobularräumen und ächten Knochenkörperchen durchsetzt sind, unmerklich in das umgebende Cement über, sodass eine scharfe Grenze zwischen Knochensubstanz und Dentin hier nicht zu ziehen ist.

Seit Schreger[7] kennt man im Dentin ein System concentrisch und parallel den Zahncontouren verlaufender Linien, die bei grösseren Zähnen sehr gut mit freiem Auge oder schwacher Vergrösserung zu erkennen sind. Sie haben z. B. beim ächten Elfenbein auf Querschnitten einen charakteristischen gekreuzten Verlauf unter Bildung kleiner rhomboidaler Maschen. Wie Retzius[19] und Owen[25] zuerst richtig angegeben haben, werden diese Schreger'schen Linien durch die gleichgerichteten Hauptbiegungen der Zahnröhrchen veranlasst. Owen[25] erwähnt ferner ein zweites System parallel verlaufender Bogenlinien im Dentin, Contourlinien, namentlich bei den Stosszähnen der Elephanten, das durch regelmässig eingelagerte Strata kleiner Zellen (wahrscheinlich feinkörniger Interglobularsubstanz) hervorgerufen wird. Czermak und Kölliker[58] bilden Aehnliches von menschlichen Zähnen ab; doch darf man daraus, wie vielfach geschehen, nicht auf einen lamellösen Bau des Dentins schliessen.

Schmelz (Subst. vitrea, Subst. adamantina, encaustum, adamas, Email). Der Zahnschmelz ist die härteste Substanz, welche bei Vertebraten vorkommt (er steht ungefähr dem Apatit gleich, F. Hoppe-Seyler [69]). Seine mit bläulichem Teint durchscheinende Masse bildet eine Art Kappe von verschiedener Mächtigkeit um die Zahnkrone und ahmt gewöhnlich deren Contouren genau nach. Seine Oberfläche, namentlich an den Seiten, zeigt sehr feine, ziemlich parallel umlaufende Querriffe, Czermak, die in dem papillären Bau des Schmelzorganes (s. dieses) ihre Erklärung finden. Gröbere Wülste mit tief einschneidenden Furchen, wie sie ebenfalls von Czermak beschrieben werden, sind wohl als pathologische Bildungen aufzufassen.

Bei jungen, in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch weich und schneidbar ist, lässt sich sehr leicht constatiren, dass sich derselbe aus ziemlich langen, 3—5 μ breiten, prismatischen Gebilden zusammensetzt, die man Schmelzfasern oder Schmelzprismen genannt hat (vgl. Fig. 103 No. 4 u. 5). Man kann an denselben eine gewisse Formähnlichkeit mit sehr langen Cylinderepithelzellen, wie den Linsenfasern, nicht verkennen. Namentlich tritt das auf feinen Querschliffen hervor, die eine zierliche Mosaik sechseckiger Felder sehen lassen. Bei vorsichtiger Behandlung mit verdünnter HCl und nach kurzem Kochen in SO_3, Beigel [50], (welches Verfahren übrigens keine besondern Vortheile bietet) lassen sich die Schmelzprismen bei Erwachsenen ebenfalls isoliren. Ihre Enden sind oft nadelförmig zugespitzt, was aber wohl nur von unregelmässigem Absplittern herzurühren scheint. Dabei stellt sich heraus, dass die Prismen theils gerade, theils in Curven verlaufen; ob Zickzackbiegungen vorkommen, wie Czermak will, davon habe ich mich nicht überzeugen können. Auffallend sind an isolirten Schmelzprismen die in ziemlich regelmässigen Abständen auf einander folgenden dunkleren Querstreifen und leichten Varikositäten, die namentlich beim Zusatz sehr verdünnter HCl hervortreten. Setzt man die Behandlung mit HCl etwas länger fort, so zerfallen die Fasern gern den helleren Querlinien nach in kleine cubische Stückchen von nahezu gleicher Grösse (3—4 μ).

Wie die Querbänder zu erklären seien, ist bis jetzt unentschieden. Der Umstand, dass sie an jugendlichen, weichen Fasern in der Regel fehlen, wenigstens nicht so deutlich sind, und dass ihre gegenseitigen Abstände der Dicke der Fasern ungefähr entsprechen, hat mich die Vermuthung aussprechen lassen [49], dass sie von der Kreuzung der einzelnen Fasern herrühren möchten. Ich erkenne die Gründe, welche Hertz [52] gegen die Vermuthung vorgebracht hat und denen Kölliker [58] beitritt, sehr wohl an, doch muss ich bis jetzt daran zweifeln, ob in der That alle Schmelzprismen die Querstreifen und Varikositäten zeigen. Hertz kommt wieder auf eine schubweise Verkalkung der Schmelzzellen zurück, die bereits Hannover [39] angenommen hatte. Wie dadurch aber jene regelmässigen Querstreifen hervorgebracht werden sollen, bleibt mir wenigstens unverständlich. Ausserdem lässt sich gar kein Grund vorbringen, der für eine schichtweise Bildung des Schmelzes spräche.

Die Schmelzfasern liegen ohne nachweisbare Zwischensubstanz fest aneinander; sie scheinen völlig solid zu sein, und erstrecken sich meist durch

die ganze Dicke des Schmelzes. Dabei haben die Fasern jedoch einen sehr verschiedenen Verlauf, was zunächst in der bekannten Kreuzung der Prismen seinen Ausdruck findet. Es erscheinen nämlich auf Schliffen abwechselnd Lagen von Schmelzfasern in der Längsansicht und im Querschnitt, wodurch eine eigenthümliche, mitunter sehr regelmässige Zeichnung entsteht. Die Schmelzprismen müssen also bündelweise einen verschiedenen, oft entgegengesetzt gerichteten Verlauf zur Oberfläche des Zahns nehmen. Eine zweite auf Schliffen hervortretende Zeichnung im Schmelz bilden die von RETZIUS sogenannten bräunlichen Parallelstreifen, gleichlaufend übereinander gelagerte Linien, die von KÖLLIKER als Ausdruck einer schichtenweisen Bildung des Schmelzes angesprochen werden.

Dieselben sind oft (s. Fig. 97) sehr fein und dicht neben einander gelagert; einzelne unter ihnen treten stärker hervor. Eine genügende Erklärung dieses Phänomens lässt sich zur Zeit nicht geben. HERTZ denkt an Pigmentablagerungen in den Schmelzprismen, wie sie z. B. beim Biber und Eichhörnchen vorkommen (Eisenoxyd v. BIBRA[68]) und bei diesen Nagern nach WENZEL[66] bereits im Protoplasma der Schmelzzellen vorhanden sind, — vermag jedoch keine sichern Thatsachen dafür mitzutheilen. Noch andere Streifungen, die von CZERMAK auf regelmässigen Zickzackverlauf, von HANNOVER auf Drehungen der Prismen zurückgeführt werden, lassen sich an Querschliffen am besten nach Bepinselung mit verdünnter HCl (1 : 12 HERTZ) wahrnehmen. Für die Kreuzungen der Prismen, sowie für deren verschiedenen Verlauf wird sich später (s. die Entwicklung des Schmelzes) die Erklärung ergeben. Interessant sind die Angaben von HOPPE-SEYLER[69] über das Verhalten des Schmelzes im polarisirten Licht. Demnach ist der fertige Schmelz stark negativ doppelbrechend und wahrscheinlich einaxig, während der junge Schmelz positive Doppelbrechung zeigt; durch Erhitzung bis zu 800⁰ wird auch der ausgebildete Schmelz positiv. Nach einer Analyse von HOPPE-SEYLER[69] fanden sich im Zahnschmelz vom neugebornen Menschen: PO^5, $3\,CaO = 75{,}23$. — CO^2, $CaO = 7{,}18$. — $ClCa = 0{,}23$. — PO^5, $3\,MgO = 1{,}72$. — Organische Stoffe $= 15{,}59$. Schmelz von Erwachsenen enthält nur 1—3 pc. organische Bestandtheile, dagegen viel mehr phosphors. Kalk. Bemerkenswerth ist ein geringer Gehalt an Fluor.

Die **Cuticula** (persistent capsula NASMYTH[22], Schmelzoberhäutchen KÖLLIKER) bildet einen äusserst resistenten, nur 1—2 μ dicken Ueberzug über den freiliegenden Theil der Zähne, an dem sich bei ältern Zähnen absolut keine Textur mehr nachweisen lässt. Nur wenn Schmelz vorhanden ist, treten an der untern Fläche die Abdrücke der Prismen häufig als kleine quadratische Felder auf.

Mit Unrecht führt seit KÖLLIKER die Cuticula den Namen Schmelzoberhäutchen, denn sie findet sich eben so deutlich entwickelt an Zähnen, denen der Schmelz fehlt, z. B. bei Hechten u. A.

Bei jungen, im Durchbruch begriffenen Zähnen lässt sich die Cuticula sehr leicht in toto nach geringer Einwirkung von HCl ablösen und mit arg. nitric. imprägniren, wobei grosse, Epithelzellen ähnliche Zeichnungen zum Vorschein kommen. Es sind das, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt (s. diese) die verhornten Zellen des sogenannten äusseren Epithels vom Schmelzorgan, aus denen sich die Cuticula bildet.

Die chemischen Reactionen stellen ebenfalls die cutic. dentis in das Bereich der verhornten Membranen. Nach den Angaben von Kölliker[58], die ich bestätigen kann, lassen kochendes Wasser und Mineralsäuren die cuticula unverändert, nur wird sie in NO_5 gelb gefärbt. Mit Kali oder Natron caustic. gekocht wird sie aufgelockert; beim Verbrennen entwickelt sich ein ganz an Hornsubstanz erinnernder Geruch. Kalk konnte ich bei der cuticula des Menschen nicht nachweisen; geringe Spuren desselben könnten immer auf Verunreinigung vom benachbarten Schmelz, resp. Dentin her bezogen werden, sodass eine Petrification der cuticula zweifelhaft bleibt; Kollmann[67 a] nimmt eine solche neuerdings an, jedoch ohne Beweise.

Cement (Zahnkitt, Subst. osteoidea, caementum, cortex osseus, crusta petrosa). Das Cement ist eine wesentlich dem Alveolarperiost angehörige Bildung ächter Knochensubstanz und findet sich bei dem Menschen und vielen Vertebraten nur als dünner Ueberzug der Zahnwurzel. Eng mit dem Zahnbein verbunden, beginnt es als feiner Belag an der Grenze des Schmelzes und zeigt sich am dicksten an der Wurzelspitze und zwischen den Zinken der mehrwurzligen Backzähne. Bei den schmelzfaltigen und den zusammengesetzten Zähnen dringt das Cement als ziemlich dicke Lage tief zwischen die Buchten der Zahnkrone ein, oder dient als verkittendes Material für die Einzelzähnchen; es liegt dabei von allen Zahnbestandtheilen am meisten nach aussen. Die Pachydermen u. A. haben auch einen besondern Cementmantel als secundäre Bildung um die ganze Zahnkrone herum (Kroncement).

Chemische und mikroskopische Beschaffenheit stellt das Cement direct zum Knochengewebe. Die Knochenhöhlen sind meist gross und besitzen eine enorme Zahl sehr langer Ausläufer, namentlich bei den Cetaceen. In den dünnsten Cementlagen können sie indessen ganz fehlen und hat das Cement auf Schliffen an diesen Stellen ein homogenes, glasähnliches Aussehen. Eine derartige ganz harte Lamelle von höhlenfreiem Cement kommt auch an der Peripherie der dickeren Cementlagen vor. Havers'sche Canäle, die sich mitunter in die Pulpahöhle öffnen (Salter[58]), finden sich in den dickeren Cementlagen, doch vermisst man meistens regelmässige lamellöse Schichtung der Grundsubstanz.

Kölliker[58] erwähnt noch eigenthümliche buchtige Höhlungen im Cement, die er für pathologische Bildungen erklärt. Auch Sharpey'sche Fasern kommen vor. Das Hundecement lieferte mir ausgezeichnete Objecte für letztere. Eine besondere Erwähnung verdienen noch die im Cement der Pferde zuerst von Gerber[24] gesehenen dicken, kapselartigen Umgrenzungen einer oder mehrerer Knochenhöhlen. In verdünnten Säuren lassen sich die Höhlen mit ihren dicken Kapseln leicht isoliren und sind aus der Verknöcherung nesterförmiger Osteoblastengruppen mit dicken Bindegewebsscheiden zu erklären[49].

Weichgebilde der Zähne. Die zu den Zähnen gehörenden Weichtheile begreifen die Zahnpulpa und das Zahnfleisch. Erstere ist die gefäss- und nervenführende Matrix des Zahnbeins, ein Rest der ursprünglichen Zahnpapille. Sie ist gleichsam das Modell des Zahns, um welches sich die Hartgebilde wie ein Abguss herumlegen und hat demnach, entsprechend den ver-

schiedenen Gestalten der Zähne, eine äusserst variable Form. Bei ältern Zähnen, wo die harten Theile bedeutend überwiegen, bleibt meist nur ein spärliches Residuum der Zahnpapille in dem cavum dentis eingeschlossen, das beim Menschen auf einen ganz schlanken gefäss- und nerventragenden Bindegewebsfaden herabsinkt. Durch die foramina dentium steht die Pulpa mit dem Periost am Boden der Alveole in unmittelbarer Verbindung.

An den Schneidezähnen der Nager, die immerfort neues Zahnbein produciren, erhält sich auch bei erwachsenen Thieren die Pulpa in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung und kann man da ihren Bau am besten studiren.

Die Hauptmasse einer gut erhaltenen jüngern Pulpa besteht aus einem sehr zellenreichen, undeutlich feinfasrigen Bindegewebe, das vielfach an das Schleimgewebe älterer magerer Nabelschnuren erinnert, der elastischen Fasern aber entbehrt. Der zahlreichen starken Gefässe wegen, die dicht unter der Oberfläche sich in mittelweite Capillarnetze auflösen, erscheint das Gewebe fast cavernös. Die äussere Schicht der Pulpa bildet eine Lage grosser, mit zahlreichen Fortsätzen versehener, länglicher Zellen, Odontoblasten[49, 59], die nach Art eines Cylinderepithels aneinander gereiht sind*). Diese Zellen (vgl. Fig. 102.103) haben eine Länge von 20—30μ bei durchschnittlich 5μ Breite, sind feinkörnig und membranlos. Der ziemlich grosse rundliche oder ovoide Kern steckt gewöhnlich in dem der Pulpa zugewandtem Ende. Bei Erwachsenen ist, wie BOLL[59] hervorhebt, die Form der Zellen eine sehr schlanke, während bei jungen Zähnen eine gedrungenere Gestalt vorwiegt. Dreierlei Fortsätze sind an den Zellen zu unterscheiden: Dentinfortsatz, Pulpafortsatz und die seitlichen Fortsätze. Die Dentinfortsätze sind die früher beschriebenen Zahnfasern; nur ist hier nachzuholen, dass von einer Zelle oft mehrere Zahnfasern ausgehen (BOLL zählte bis 6). Solche Odontoblasten mit mehreren Dentinfortsätzen sind an ihrem dem Zahnbein zugewandten Ende breit, während die übrigen allmählich zur Zahnfaser hin sich verjüngen. Durch die als sehr feine kurze Zacken an allen Zahnbeinzellen hervortretenden lateralen Fortsätze hängen die Odontoblasten innig unter einander zusammen. Der kurze Pulpafortsatz entspringt meistens mit ziemlich breiter Basis und dient zur regelmässigen Verbindung mit einer der zunächst unter der Membrana eboris gelegenen Zellen, die gewöhnlich etwas grösser und dunkler gekörnt erscheinen als die tiefer liegenden.

BOLL[59] verdanken wir die erste genauere Kenntniss des Verhaltens der Zahnnerven. An den Schneidezähnen der Nager gelang es ihm nach einstündigem Verweilen der Pulpa in $\frac{1}{32}$ pc. Chromsäure-Lösung eine sehr grosse Anzahl markloser, äusserst feiner Nervenfasern aufzufinden, die einen »seidigen« Glanz zeigten. Dieselben gingen ganz allmählich in die markhaltigen Nervenfasern über. Ist man so glücklich, die membrana eboris im Zusammenhange mit der Pulpa zu erhalten,

---

*) Aeltere Bezeichnungen sind: Zahnbeinzellen, Elfenbeinzellen etc. KÖLLIKER nennt diese ganze Zellenlage membrana eboris, da sie gewöhnlich bei Herausnahme der Pulpa als zusammenhängende, membranartige Lage an der Innenfläche des Zahnes haften bleibt.

was Boll nach der Behandlung mit CrO^3 durch Einschieben eines feinen Messerchens zwischen Zahnbein und Pulpa zuweilen möglich war, so fällt der enorme Reichthum der peripherischen Pulpabezirke an diesen marklosen Nervenfasern auf. Zerzupfungspräparate ergeben, dass die Nervenfasern in ziemlich reichlicher Menge zwischen den Odontoblasten aufwärts steigen und wie feine Härchen unter den Zahnbeinfortsätzen ganz parallel denselben in die Höhe ragen. Es gelang Boll jedoch nicht, das Eindringen der Nervenfasern in Zahnkanälchen zu sehen, obwohl die Länge und Richtung derselben für eine solche Annahme spricht.

Das Zahnfleisch zeichnet sich vor der übrigen Auskleidung der Mundhöhle durch seinen Gefässreichthum und die grossen Papillen aus, die sich wie die papillae fungiformes wieder mit kleinen Wärzchen besetzt zeigen (Kölliker[58]). Drüsen scheinen gänzlich zu fehlen. Hie und da finden sich kleine, rundliche Anhäufungen von Pflasterepithel, oft wie concentrische Hornkörper gestaltet, mitten im Zahnfleisch oder in grubigen Vertiefungen der Oberfläche desselben (Serres[8], Kölliker[58]).

Das Alveolarperiost, welches gleichzeitig als Periost der innern Alveolarfläche und des Cements, Periodontium, fungirt, zeichnet sich durch seine weiche Beschaffenheit aus; elastische Fasern sind darin nur sehr wenig entwickelt, auch fällt, wie ich mit Kölliker[58] finde, der Nervenreichthum desselben auf.

Bei den Wirbellosen sind Zahngebilde ebenfalls in grosser Zahl und mannichfaltiger Form vertreten. Am meisten ähneln den Vertebratenzähnen die Zähne des Kauapparats von Echinus. H. Meyer (Müller's Arch. 1849, p. 191 ff.) lässt dieselben aus Schmelzfasern gebildet sein: das ist jedoch nicht ganz zutreffend. Die Echinidenzähne sind lange, schmale, leicht gekrümmte Platten, die an ihrer Innenfläche in der Mittellinie einen starken Kiel tragen: die Hauptmasse wird als peripherische, der senkrecht auf derselben sitzende Kiel als radiale Platte bezeichnet. Die radiale Platte ist ziemlich weich und lässt sich leicht in schmale Blätter spalten, die wiederum aus langen, an den Enden etwas umgebogenen Prismen bestehen. Bedeutend härter ist die peripherische Platte, deren Prismen viel schmäler und kürzer sind als die des Kiels. Zwischen diesen Prismen, die in jeder Platte einander theils parallel laufen, theils kreuzen, liegen noch dünne, glänzende Kalkplatten, die vielfach ein äusserst zierliches Netz von feinen anastomosirenden Kanälchen zeigen. Bei der Behandlung mit HCl lösen sich die Prismen unter starker Gasentwicklung ohne jeden organischen Rückstand auf; sie scheinen demnach fast nur aus kohlensaurem Kalk zu bestehen. Härte, Grösse und chemische Beschaffenheit unterscheidet sie also bedeutend vom ächten Zahnschmelz, auch haben sie nicht die regelmässige 4—6 seitige Form der Fasern des letzteren. — Bei Mollusken, Würmern und Arthropoden sind die Mund- oder Magenzähne Chitinbildungen, zuweilen noch mit kalkigen oder kieselhaltigen Massen imprägnirt. — Man kann im Allgemeinen sagen, dass bei den Wirbellosen die Zähne sich auf rein mineralische (?) oder epitheliale Bildungen zurückführen lassen (Analoga des Schmelzes), während bei den niederen Vertebraten ihre Hauptmasse sich aus eigenthümlich modificirter und verknöcherter Bindesubstanz aufbaut; die höheren Thierklassen dagegen, wie sie auch die complicirtesten Formen der Zahngebilde darbieten, nehmen wieder eine Epithelbildung, den Schmelz, mit in die Zahnstructur auf.

Zahnentwicklung. Die Genese der Zähne beginnt beim menschlichen Embryo nach den Angaben von Robin und Magitot[46] etwa zwischen dem 50.

bis 65. Tage. Die Kieferränder bilden beim Beginn des 3. Monats einen leicht erhabenen, abgerundeten, namentlich am Unterkiefer deutlichen Wall »Kieferwall«, der aus dem verdickten embryonalen Bindegewebe und Epithel der Mundschleimhaut besteht. Das Mundhöhlenepithel nun und sein gefässreiches, dem Schleimgewebe ähnliches Substrat sind die Muttergewebe für die einzelnen Bestandtheile der schmelzführenden Dentinzähne, die wir hier vorzugsweise berücksichtigen, und zwar das Epithel für den Schmelz, das Schleimgewebe für das Dentin und Cement.

Durch eine in das Schleimgewebe vordringende Wucherung des Epithels wird zunächst ein eigenthümliches Organ, das »Schmelzorgan« gebildet. Diesem wächst ein papillenförmiger Vorsprung des Schleimgewebes, die Anlage der Pulpa und des Dentins, entgegen; beide Theile zusammen bilden die erste Zahnanlage. Wenn später die Verbindung des Schmelzorgans mit dem Mundhöhlenepithel unterbrochen wird, so liegt die Zahnanlage allseitig von dem subepithelialen Bindegewebe umschlossen in der Dentalrinne der Kiefer wie in einer Kapsel. Der Theil des Bindegewebes, welcher die Zahnanlage zunächst umgiebt, wird gewöhnlich als Zahnsäckchen bezeichnet und liefert später das Cement*).

Schmelzorgan und Schmelz. Die Kieferwälle lassen gegen Ende des zweiten Monates eine seichte, sanft ausgerundete, longitudinale Furche, »Zahnfurche«, erkennen. Das Epithelium der Mundhöhle kleidet dieselbe fast ganz aus, so dass sie von der Oberfläche her anfangs kaum bemerkbar ist. Die beiden vorspringenden die Furche einschliessenden Säume des Kieferwalles heissen die Zahnwälle Marcusen[31] (Zahnfurchenlippen Dursy[67]). Vom Boden dieser Furche aus senkt sich alsbald ein schmaler Fortsatz des Mundhöhlenepithels in das unterliegende Schleimgewebe herab, der auf dem Querschnitt die Form einer kurzen schlauchförmigen Drüse besitzt, in der That aber eine die ganze Länge des Kiefers einnehmende Epithelleiste darstellt, Schmelzkeim, Kölliker[47]. Gleichzeitig vergrössert sich auch, namentlich beim Oberkiefer, die ursprüngliche Zahnfurche und wird ganz vom Mundhöhlenepithel ausgefüllt. Letzteres wuchert auch noch auf den beiden Zahnwällen und in der tiefen Furche zwischen Lippen- und Kiefer-

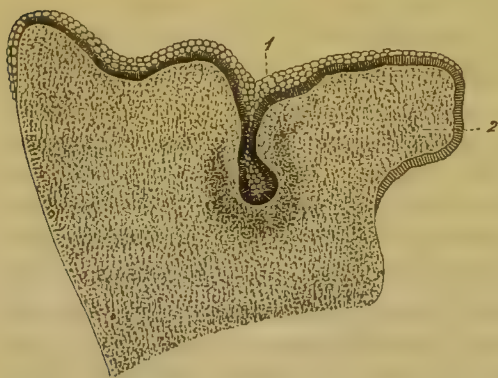


Fig. 100. Oberkieferhälfte eines Schaffötus von 3 C.M., Frontalschnitt. $^{50}/_{1}$. Schmelzkeim mit der halbmondförmigen Anlage des Dentinkeims und des Zahnsäckchens im Querschnitt. 1) Zahnfurche. 2) Gaumenfortsatz.

*) Kölliker[58] nennt die ganze Zahnanlage: Schmelzorgan, papilla dentis und die bindegewebige Umhüllung beider, »Zahnsäckchen«, und unterscheidet letztere wieder als »eigentliches Zahnsäckchen«, eine Nomenclatur, die sich wenig empfehlen dürfte.

rand, namentlich bei Wiederkäuern, Kölliker[47], in ganz besonderer Mächtigkeit. An einzelnen Stellen setzt sich der Schmelzkeim vom Boden der Zahnfurche ziemlich senkrecht in die Tiefe fort; in anderen Regionen, namentlich in der Gegend der Schneidezähne, dringt er schräg medianwärts vor, bildet also mit der Zahnfurche einen mehr oder minder grossen Winkel.

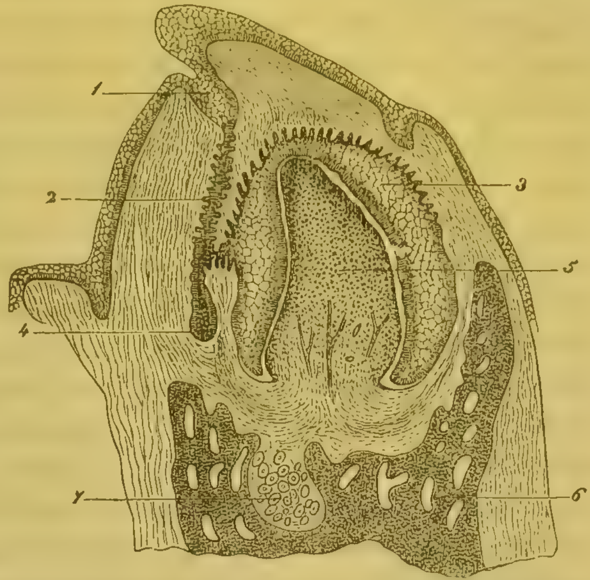


Fig. 101. Unterkieferhälfte eines menschlichen Fötus von 11 C.M. Scheitel-Steisslänge. Frontalsehnitt. $^{25}/_{1}$. 1) Zahnfurche. 2) Rest des Schmelzkeims. 3) Schmelzorgan; am äussern Epithel so wie am Schmelzkeim die Papillen des Zahnsäckchens. 4) Secundärer Schmelzkeim, Anlage für den bleibenden Zahn. 5) Dentinkeim. 6) Unterkiefer. 7) Meckel'scher Knorpel.

Die hier gegebene Darstellung weicht in etwas von meinen früheren Angaben ab, insofern sie eine »Zahnfurche« in der Gegend der späteren Zahnanlage anerkennt und die Furche nicht als secundäre, durch die spätere Epithelwucherung veranlasste Bildung betrachtet. Auch Kölliker[58] erwähnt einer solchen furchenartigen Bildung und zeichnet sie mit dem von ihrem Boden ausgehenden Schmelzkeime l. c. fig. 260. Die Angaben von Marcusen[31] über die Zahnentwicklung, die ich schon früher als die ersten richtigen hingestellt habe[49], müssen also noch im weiteren Detail bestätigt werden. In jüngster Zeit hat Dursy[67] das erste Auftreten der Zahnfurche besonders eingehend geschildert und zahlreiche Abbildungen derselben gegeben. Er lässt dieselbe durch ein ungleiches Wachsthum der Kieferränder sich bilden. Der Schmelzkeim wird auf eine einfache Weiterentwicklung der Zahnfurche und ihres Epithels zurückgeführt, das aber nicht selbständig in den Kieferwall hineinwuchere, sondern durch weitere Erhebung der Zahnfurchenlippen mehr in die Tiefe versenkt werde. Ich glaube jedoch zwischen der primären kleinen Zahnfurche nebst ihrem Epithel und dem eigentlichen Schmelzkeim unterscheiden zu müssen. Der letztere ist erst eine secundäre Bildung, die zwar vom Epithel der primären Zahnfurche ausgeht, sich jedoch sowohl durch ihre plötzliche Verschmälerung, ihre namentlich an den Schneidezähnen abweichende Richtung und ihr mikroskopisches Verhalten unterscheidet. Das Zahnfurchenepithel besteht, abgesehen von der tiefsten cylindrischen Lage, die unmittelbar in die cylindrischen Zellen der Peripherie des Schmelzkeims übergeht, aus grösseren plattenförmigen oder rundlichen hellen Elementen, während die Mitte des Schmelzkeims von kleinern dunkler gekörnten runden Zellen eingenommen wird. Auch später ist noch immer die nunmehr vergrösserte Zahnfurche vom Schmelzkeim zu unterscheiden (vgl. Fig. 101). Ob der Schmelzkeim durch selbständiges Wachsthum in das Kieferblastem eindringt, wie ich angenommen habe[49], oder in Folge der stärkeren Entwicklung der Zahnwälle mehr in die Tiefe eingebettet wird, möchte mit Sicherheit schwer zu entscheiden sein. Die kleine primäre Zahnfurche, die überdiess nicht immer vorhanden ist, darf aber nicht mit Arnold's[12] Zahnfurche und Goodsir's[21] primitive dental groove identificirt werden. Beide kannten den Schmelz-

keim nicht und liessen in ihrer Zahnfurche die Zähne aus freistehenden Papillen sich entwickeln.

Bald gehen eine Reihe eigenthümlicher Veränderungen an den tiefer gelegenen Partieen des Schmelzkeims vor und zwar nur an einzelnen umschriebenen, den spätern Milchzähnen entsprechenden Stellen. Die runden Zellen der Mitte des Schmelzkeims beginnen nämlich hier lebhaft zu wuchern, sodass letzterer fast kugelförmig ausgedehnt wird und die Form eines Kolbens erhält, der mit relativ engem Halse in den Epithelzapfen der Zahnfurche übergeht. Zugleich aber wächst je einem der Kolben der Dentinkeim entgegen, der den Boden desselben nach oben hin einstülpt, sodass die Schmelzkolben nach und nach kappenförmig die Zahnpapille überkleiden. Dann lösen sich die Verbindungen zwischen den einzelnen Abtheilungen des Schmelzkeims, wahrscheinlich durch Wucherung des Bindegewebes der Zahnwälle, sodass nunmehr jedem Dentinkeim eine besondere Abtheilung des Schmelzkeims entspricht, die man seit Purkyné[14] Schmelzorgan nennt. Jedes Schmelzorgan besteht also aus einem stärker entwickelten, kappenförmig den Dentinkeim umhüllenden Theile und einem engen, zum Mundepithel führenden Zellenstrang, Hals des Schmelzorgans, der einen Rest des ursprünglichen Schmelzkeims darstellt (vgl. Fig. 101.). Auch der Hals des Schmelzorgans schwindet später, indem die beiden Zahnwälle oben miteinander verwachsen. So sind dann die Zahnanlagen allseitig von dem lockern Bindegewebe des Kieferwalles umgeben.

Gleichzeitig mit den geschilderten Formveränderungen gehen sehr bemerkenswerthe histologische Umgestaltungen im Schmelzorgan vor. Die cylindrischen Randzellen desselben, soweit sie dem Dentinkeim unmittelbar aufliegen, also als dessen Epithel figuriren, werden ungemein lang und stellen sehr regelmässige, sechsseitige, prismatische Körper dar, wohl das schönste und regelmässigste Cylinderepithel, was der thierische Körper darbietet (vgl. Fig. 102 u. 103). An den Langseiten der Zellen tritt eine deutliche membranöse Begrenzung hervor, während beide Enden freies Protoplasma zeigen. An der Basis des Dentinkeims, da, wo sie auf die Seitenwandungen des Schmelzkolbens übergehen, werden die Zellen immer kürzer, bis sie zuletzt eine fast kubische Form annehmen und so den vom Dentinkeim abgewendeten Theil der Innenfläche des Schmelzorgans resp. des Zahnsäckchens auskleiden. Wir bezeichnen mit Kölliker[47] die langen Cylinderzellen als inneres Epithel, Schmelzepithel, die übrigen Randzellen als äusseres Epithel des Schmelzorgans. So weit das äussere Epithel reicht, zeigt das angrenzende Bindegewebe ziemlich regelmässig gestellte, konische Gefässpapillen, die in das Epithel eingreifen und die den Papillen auf der übrigen Mundschleimhaut entsprechen. (Vgl. Fig. 101.)

Die vollkommene Zusammengehörigkeit dieser Bildung wird am besten durch eine neuere Angabe Dursy's[67], die ich bestätigen kann, erwiesen, dass nämlich auch gegen den Hals des Schmelzkeims hin dieselben papillären Bildungen vorhanden

sind, die hier ohne Unterbrechung in die Papillen des Zahnfleisches übergehen. Nur muss bemerkt werden, dass sie am Schmelzorgan viel stärker und früher entwickelt sind, als am Zahnfleisch.

Zwischen äusserem und innerem Epithel erleiden gleichzeitig die kleineren runden Zellen des Schmelzorgans eine eigenthümliche Umformung. Sie werden nämlich sternförmig und hängen mit ihren Fortsätzen nach Art der Zellen des gewöhnlichen Schleimgewebes zusammen, dem diese Partie des Schmelzorgans auch frappant ähnlich sieht, so dass sie bis auf Huxley[37] und Kölliker[17] stets als gallertartige Bindesubstanz angesehen worden ist. Die dem Epithel zunächst liegenden Zellen, stratum intermedium, Hannover[39], behalten jedoch ihren früheren Charakter bei; von ihnen scheint stets eine Neubildung der Schmelzzellen sowohl wie des gallertartigen Epithelgewebes auszugehen. Die Schmelzzellen sieht man an ihren untern Enden nicht selten mit den Zellen des stratum intermedium zusammenhängen, so dass ein Längenwachsthum der Schmelzzellen vom stratum intermed. aus angenommen werden kann (vgl. Fig. 103 Nr. 2). Die Gallerte des Schmelzorgans (Schmelzpulpa) hat nur eine transitorische, mechanische Bedeutung, indem sie gewissermaassen den Platz für den wachsenden Zahn offen hält. Noch ehe die Schmelzbildung vollendet ist, atrophirt das epitheliale Gallertgewebe vollkommen ebenso wie das stratum intermed. Aeusseres und inneres Epithel liegen nun wieder dicht aneinander (vgl. Fig. 102); letzteres wird bei der Schmelzbildung ganz aufgebraucht, und man kann bei Zähnen, die eben im Durchbruch begriffen sind, nur eine bald mehr-, bald einschichtige Lage ganz abgeplatteter Epithelzellen, die offenbar das äussere Epithel mit einem grösseren oder geringeren Rest des strat. intermed. darstellen, vom Schmelz abziehen. Sowie der Zahn durchbricht, verhornen diese Zellen und bilden die cuticula dentis.

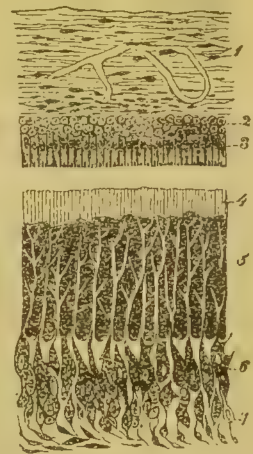


Fig. 102. Vom Längsschnitt eines Milchzahns (Schaflötus). Grenze der Dentinpulpa u. anliegender Theil des Schmelzorgans. $^{200}/_{1}$. 1) Zahnsäckchen. 2) Aeusseres Epithel und stratum intermed., hier mit dem innern Epithel, Schmelzzellen, (3) nach Schwund der Schmelzpulpa vereinigt. 4) Junge Schmelzlage von den Schmelzzellen abgehoben. 5) Dentin. 6) Odontoblasten. 7) Theil der Dentinpulpa.

Die histologisch so merkwürdige Umwandlung eines Theils der epithelialen Zellen des Schmelzorgans in das sternförmige Gallertgewebe hat nach Kölliker[58] nur eine Analogie in den Zellen der äusseren Hülle des Barscheies. Aehnliche Umformungen epithelialer Zellen sind mir zuweilen in den Graaf'schen Follikeln begegnet, doch niemals in solcher Regelmässigkeit. Erneute Untersuchungen lassen mich trotz Kölliker's[58] und Kollmann's[67a] Einspruch an der obigen Darstellung der Bildung der cuticula dentis fest halten. Die geringe Dicke derselben kann nicht als Gegengrund angeführt werden, zumal wenn man, wie ich jetzt mit Hertz[52] zu thun geneigt bin, nur das äussere Epithel als Grundlage der cuticula ansieht.

Die Bildung des Schmelzes ist einzig und allein auf das Schmelzepithel

zurückzuführen, und zwar bilden sich die Schmelzprismen durch directe Verkalkung der langen Cylinderzellen desselben. Dafür spricht zunächst die innige Verbindung der Schmelzzellen mit kleinen Bruchstücken von Schmelzprismen, die als unmittelbare Fortsetzung der Zellen an den letzteren gern haften bleiben (vgl. Fig. 103 Nr. 3). Die Versteinerungsgrenze an den Zellen ist auch durchaus keine lineare, sondern greift oft unregelmässig verschieden tief herab, was ebenfalls nicht für Verkalkung eines Sekrets der Schmelzzellen spricht. Behandelt man jungen Schmelz mit verdünnten Säuren, so quellen die Schmelzprismen etwas auf und nehmen ganz und gar wieder die Form der früheren Cylinderzellen an, auch eine deutliche membranöse Begrenzung an den Längsseiten tritt wieder hervor. Das Schwinden der Kerne bei solchen Verkalkungen und Umwandlungen von Zellen ist etwas so gewöhnliches, dass die Abwesenheit derselben beim Schmelz nicht auffallen kann.

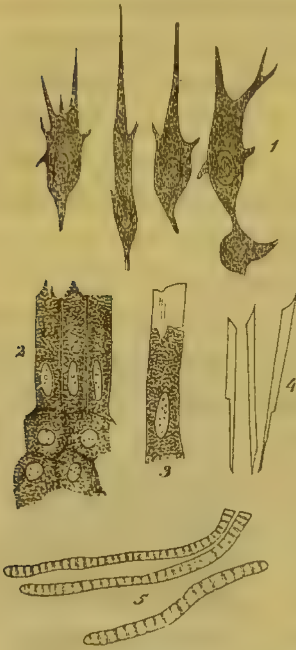


Fig. 103. (starke V.) 1) Verschiedene Formen von Odontoblasten. 2) Drei Schmelzzellen mit einigen anliegenden Zellen von strat. interm.; zwei Schmelzzellen zeigen Tomes'sche Fortsätze. 3) Schmelzzelle mit einem Stückchen Schmelz. 4) Bruchstücke von Schmelzfasern aus jungem noch weichem Schmelz. (Nadelform). 5) Aeltere Schmelzfasern mit Querstreifen.

Kölliker[58] hat sich jüngst der hier vertretenen Anschauung insofern genähert, als er geneigt scheint, die Schmelzbildung im Sinne von Schwann[23] aufzufassen, der die Schmelzzellen am freien Ende wachsen und den neugewachsenen Theil stets verkalken lässt. Hertz[52] und ich[49] verlegen das Wachsthum der Zellen an das dem strat. interm. zugewendete kernhaltige Ende, was mit den beobachteten Thatsachen, sowie den allgemeinen Wachsthumsverhältnissen der Zellen jedenfalls mehr übereinstimmt; denn der Kern mit dem zunächst umgebenden Protoplasma sind stets diejenigen Theile der Zellen, wo deren Lebenserscheinungen am intensivsten sich abwickeln, während die peripherischen Theile immer dem Absterben oder der Umformung in intercellulare Substanzen etc. entgegen gehen. Dafür spricht schon der beachtenswerthe Umstand, dass bei allen längern Cylinderepithelien mit nur einem Kern, der letztere sich fast stets am aufsitzenden Ende der Zelle, nie am freien, befindet.

Dem Gesagten zufolge ist der Schmelz als das versteinerte Zahnepithel anzusehen, und zwar entspricht seine Hauptmasse der Schleimschicht des Mundepithels, während die cuticula, wenn auch erst durch secundäre Umbildung, den Hornformationen sich anreiht.

Das von Huxley[37] bei der Schmelzbildung beschriebene Häutchen, welches nach Zusatz von H Cl. ziemlich leicht von der Oberfläche des sich bildenden Schmelzes abgehoben wird, ist die jüngste noch am wenigsten Mineralbestandtheile enthaltende Schicht des Schmelzes (Tomes[29]). Dafür spricht das durchlöcherte Aussehen des Häutchens. Die Schmelzzellen petrificiren nämlich zuerst in ihrer Mantelzone; der axiale Theil des Protoplasmas erhält sich noch eine Zeitlang weich,

und bildet an isolirten Zellen eine Art Fortsatz (TOMES'sche Fortsätze der Schmelzzellen[49] (vgl. Fig. 103 Nr. 2). Somit muss die jüngste Schmelzlage eine Anzahl den TOMES'schen Fortsätzen entsprechender Lücken in der Flächenansicht darbieten. HUXLEY identificirt wohl mit Recht das Häutchen mit der RASCHKOW'schen Membrana praeformativa, lässt aber fälschlich daraus die Cuticula dentis hervorgehen. RASCHKOW[14] beschrieb auf der Oberfläche des Dentinkeims ein dünnes, gleichartiges Häutchen, das von TODD-BOWMAN[35] und KÖLLIKER[58] für eine Basalmembran der Zahnpapille an der Grenze gegen ihr Epithel (die Schmelzzellen) erklärt wird. HUXLEY[37] und KÖLLIKER[58] finden die Basalmembran auch zwischen Mucosa und äusserem Epithel. Man sieht ein solches Häutchen nur dann, wenn die Schmelzzellen schon eine gewisse Ausbildung erlangt haben, also bereits die Verkalkung beginnt. Hebt man nun durch HCl dieses Häutchen ab, welches die charakteristischen Löcher der HUXLEY'schen Membran hat, so lässt sich weiter keine homogene Basalmembran auf dem Dentinkeime demonstriren.

Die papillären Vorsprünge des Zahnsäckchens gegen das Schmelzorgan erklären manche Eigenthümlichkeiten im Verlaufe der Schmelzfasern, die wir vorhin berührt haben. Zunächst sind die feinen Querriffe, welche circulär um die Aussenfläche des Schmelzes herumziehen, ohne Weiteres auf die Papillen zurückzuführen. Wenn nämlich gegen Ende der Schmelzbildung die Schmelzpulpa schwindet und äusseres und inneres Epithel unmittelbar an einander zu liegen kommen, so markiren sich die papillären Vorsprünge auch an der Schmelzmembran und natürlich auch an deren Verkalkungsproduct, dem Schmelz. Die Querleistchen des letzteren sind also ganz dieselben Bildungen wie die bekannten feinen Leisten der Fingerkuppen. Da der meiste Schmelz erst gebildet wird, wenn die Schmelzgallerte schon geschwunden ist, also zu einer Zeit, wo die Schmelzmembran bereits die Abdrücke der Papillen zeigt, so dürften sich auch manche Besonderheiten im Verlauf der Schmelzprismen, namentlich die Kreuzungen, Drehungen und Biegungen derselben, sowie die daraus abzuleitenden optischen Phänomene, einfach darauf beziehen lassen.

Zahnbein und Cement. Wie DURSY[67] hervorhebt, zeigt sich die erste Anlage des Dentinkeims sammt dem Zahnsäckchen als dunkler, halbmondförmiger Hof um den Grund der Zahnfurche, resp. des Schmelzkeims, herum gleichzeitig mit diesem und zwar auch als continuirlich durch jede Kieferhälfte sich erstreckende Bildung (vgl. Fig. 100.) Während an einzelnen, den späteren Zähnen entsprechenden Stellen ein mittlerer Theil der jungen Anlage papillenförmig dem Schmelzkeim entgegenwächst, gehen die übrigen Partieen zu Grunde. Von der Basis der Zahnpapille ziehen (auf dem Querschnitt gesehen) die beiden Hörner des Halbmonds eine Strecke weit nach oben und umgeben den Dentinkeim und das Schmelzorgan; es ist das die erste Spur des Zahnsäckchens, welches um diese Zeit aus einem etwas mehr zellen- und gefässreichen Theile des Schleimgewebes der Dentalrinne besteht. Nur zu Anfang der Zahnbildung ist das Zahnsäckchen deutlich ausgeprägt; später, bei den mehr vorgeschrittenen Zahnanlagen, lässt sich keine kapselartige Bindegewebslage um dieselben mehr abgrenzen. Auch der Dentinkeim ist nur eine besondere sehr zellen- und gefässreiche Abtheilung des Schleimgewebes der Dentalrinne. Nachdem derselbe eine gewisse Grösse erreicht hat, bilden sich die an der Peripherie gelegenen Zellen zu den vorhin beschriebenen Odonto-

blasten aus; alsbald gewahrt man auch schon das erste feste Scherbchen von Zahnbeinsubstanz wie eine flache Kappe auf dem Dentinkeim liegen. Die histologische Genese des Zahnbeins muss vollkommen der Bildung der Knochensubstanz parallelisirt werden.

Während immerfort die peripherischen Theile der Odontoblasten sich in leimgebende Grundsubstanz, unter nachfolgender Verkalkung der letzteren, umwandeln und ihre Kerne schwinden, bleibt ihr centraler Theil als mehr oder minder langer Faden in der erhärteten Masse stecken und stellt die erste Anlage einer Zahnfaser dar. Die seitlichen Ausläufer der Odontoblasten vermitteln dabei die zahlreichen Anastomosen der Zahnfasern resp. der Zahnkanälchen. Durch den Pulpafortsatz steht jeder Odontoblast mit den tiefer gelegenen, sich ebenfalls successive vergrössernden Zellen der jungen Pulpa in Verbindung, sodass, wenn ein Odontoblast bis auf das Faserrudiment verknöchert ist, ein anderer an seine Stelle tritt, ohne dass die Continuität der Faser unterbrochen wird. Dem Gesagten zufolge muss also jede Zahnfaser mit ihren Anastomosen als ein Rudiment mehrerer zusammenhängender Odontoblasten angesehen werden. Die zunächst um die Fasern liegenden Schichten der Grundsubstanz wandeln sich, wie nach dem chemischen Verhalten anzunehmen ist, in elastische Masse um und bilden die Neumann'schen Zahnscheiden. Ob auch sie verkalken, dürfte wohl kaum zu entscheiden sein. Somit constituirt sich das Dentin mit allen seinen Bestandtheilen nur aus den chemisch und formell umgewandelten Odontoblasten.

Auf ein weiteres Detail des Verzahnungsprozesses kann hier füglich verzichtet werden, da derselbe die vollständigste Analogie mit der Verknöcherung, soweit dies die Osteoblasten betrifft, darbietet. Vgl. Lief. I. (pag. 99 ff.)

Mit noch mehr Recht gilt diese Analogie für die Bildung des Cements, bei dem die histologischen Vorgänge ganz dieselben sind, wie bei der Ossification aus bindegewebiger Grundlage. Die Grundlage für das Cement ist das lockere, myxomatöse Bindegewebe der Zahnalveole, welches den Zahn zunächst umgiebt; insofern kann man also das Zahnsäckchen für das Matricular-gewebe des Cements ansehen. Ein besonderer Cementkeim, wie ihn Robin und Magitot[46] für gewisse Thierspecies (Wiederkäuer, Pachydermen etc.) beschreiben, existirt nach meinen Erfahrungen nicht.

Bei den Thieren mit wechselnden Zähnen findet sich, wie Kölliker[47] nachgewiesen hat, schon bei der ersten Anlage des Schmelzorgans an der medialen Seite des letzteren ein Fortsatz, der entweder vom Halse des Schmelzkeims oder auch von einer tiefern Partie desselben ausgeht und zum Schmelzorgan des bleibenden Zahnes wird (vgl. Fig. 101). Dagegen ist von einem Dentinkeime für den letzteren um diese Zeit nichts wahrzunehmen.

Hertz[52] beschreibt bei mehreren Präparaten eine zweite Einstülpung des Mundepithels oberhalb des Milchzahnschmelzkeims gelegen, die er für den Schmelzkeim der bleibenden Zähne zu halten geneigt ist. Jedoch ist hier noch manches

aufzuklären, namentlich die Bildung der drei letzten Backzähne des Menschen, denen bekanntlich keine Milchzähne vorausgehen.

Die Vorgänge beim Zahnwechsel selbst sind in neuester Zeit durch KEHRER [56] und LIEBERKÜHN [57] näher untersucht worden. Sowie der bleibende Zahn weiter vorrückt, wird die ihn vom Milchzahnsäckchen abschliessende Alveolenwand resorbirt. Sofort beginnt nun eine Wucherung des betreffenden Milchzahnsäckchens, unter deren Einflusse die Zahnwurzel allmählich mit Bildung der bekannten HOWSHIP'schen Lakunen bis auf die Krone resorbirt wird. Das junge Granulationsgewebe setzt sich dabei an die Stelle der Milchzahnwurzel. Der Rest der Pulpa des Milchzahns verbindet sich mit dem erodirenden Granulationsgewebe, das nun seinerseits vom wachsenden Zahn verdrängt wird, der dabei den Rest des Milchzahns soweit vorschiebt, dass er ausfällt. Eine Obliteration der Gefässe des Milchzahns findet nicht statt. Der eigentliche Resorptionsvorgang, die Bildung der HOWSHIP'schen Lakunen, ist hier ebenso wenig wie bei der Resorption der Knochen aufgeklärt. KEHRER meint, da er Kalkkrümel in dem Protoplasma der jungen Zellen gefunden zu haben glaubt, dass die amöboiden Zellen des Granulationsgewebes durch eine Art »Minirarbeit« ihrer Protoplasmafortsätze das Zahngewebe zerstörten. Das bereits von älteren Anatomen beschriebene Gubernaculum der Ersatzzähne ist nach den Beobachtungen LIEBERKÜHN's nur ein Bindegewebsstrang, der die Alveole durchsetzt, um dem Zahnsäckchen Gefässe und Nerven zuzuführen. Mit dem Dentitionsvorgange selbst steht es in keinerlei Beziehung.

Unsere Kenntnisse von der Entwicklung der einfachen, nur aus Cement, Dentin und wahrscheinlich auch stets aus der Cuticula bestehenden Zähnen, bedürfen einer erneuten Revision. Den Angaben von OWEN [25] zufolge sollen sich bei diesen weder Schmelzorgan noch geschlossene Zahnsäckchen bilden*). Ueber das Verhalten des Mundepithels fehlen aber alle genaueren Mittheilungen. Wahrscheinlich bildet dasselbe hier, wie LEYDIG [36] von einzelnen Species, z. B. Anguis fragilis, berichtet, einen dünnen Ueberzug über die freistehende Zahnpapilla, der später zur Cuticula verhornt. Einer neueren Untersuchung LEYDIG's [62] zu Folge entstehen bei Salamandra maculosa die Zahnkronen, die jedoch keinen Schmelzbeleg haben, in eigenen Zahnsäckchen, die »im Grunde des Kieferepithels liegen«; die Zahnwurzel bildet sich aus dem unterliegenden Bindegewebe. LEYDIG erklärt die Substanz der Zahnkronen für eine Cuticularbildung.

Die einfachen Hornzähne weichen in ihrer Bildung von den gewöhnlichen Papillen der Mundschleimhaut mit starkem Hornbezuge nicht ab. Ueber die Genese der mehr zusammengesetzten Formen bei Ornithorhynchus u. A. ist nichts bekannt.

Die erste genauere Kenntniss der Zahngewebe sowie ihrer Entwicklung beginnt mit den Arbeiten PURKYNÉ's und seiner Schüler FRAENKEL [13] und RASCHKOW [14]. Zwar hatte schon LEEUWENHOEK [2] die Zahnkanälchen gesehen, auch kannte er ebenso wie J. HUNTER [4] das Cement als besondere Substanz, dessen Entdeckung gewöhnlich BLAKE [15] und TENON [6] zugeschrieben wird, — doch ist erst seit PURKYNÉ die Kenntniss derselben Allgemeingut geworden. Die Schmelzfasern waren bereits seit MALPIGHI [1] mehrfach beschrieben. Die genaueste Darstellung vom Bau des Zahn-

---

*) OWEN vindicirt übrigens manchen Thieren Schmelz, bei denen er nicht existirt, z. B. Rana.

beins und Schmelzes, namentlich mit besonderer Berücksichtigung der vielfach auftretenden Linien und Zeichnungen, sowie des Verlaufs der Zahnkanälchen und Schmelzfasern lieferten Retzius [19] und Hannover [39]. Nasmyth [22] und Erdl [27] beschrieben zuerst die Cuticula, Czermak [33] die Interglobularsubstanz; E. Neumann [45] verdanken wir den Nachweis der Zahnscheiden, F. Boll [59] den weiteren Verfolg der Zahnnerven. Am erfolgreichsten hat jedoch in neuerer Zeit Tomes [29, 40] den feineren Bau der Zahngewebe bearbeitet; die Zahnfasern haben erst ein richtiges Verständniss des Dentins eröffnet; früher hatten die Zahnkanälchen in Bezug auf ihren Inhalt ganz das Geschick der Knochenlacunen getheilt, J. Müller [16], Lessing [28]. Auch für die Histogenese der Zahnsubstanzen, sowie für die vergleichende Anatomie lieferte Tomes zahlreiche und werthvolle Beiträge. Für die letztere bleibt immer Owen's [25] prachtvolles Werk die Hauptfundgrube; ausserdem sind Erdl, Hannover, Huxley [37], Agassiz [15] und J. Müller und Henle [20] hier anzureihen. Als die am meisten einer Aufklärung noch bedürftigen Puncte in der Histologie der Zahnsubstanzen müssen die Structur des Schmelzes und das Endverhalten der Zahnnerven bezeichnet werden. — Wenn wir von den Arbeiten Arnold's [12] und Goodsir's [21], welche die Zähne aus freien Papillen im Grunde einer offenen Zahnfurche entstehen liessen, als den ersten durchgreifenden Versuchen einer Erklärung der Zahngenesis absehen, so gebühren unzweifelhaft Marcusen [31], Huxley [37] und Kölliker [47, 58] hierin die meisten Verdienste. Marcusen hat die ersten Anfänge der Zahnbildung fast bis in's Detail richtig dargestellt, er leitete den Schmelz vom Mundhöhlenepithel ab, was auch Huxley immer behauptet hat; Kölliler's genaue Untersuchung stellte die Sache über allen Zweifel fest. Vorher hatten bereits Purkyné, Raschkow das Schmelzorgan, Schwann [23] die Schmelzzellen und Odontoblasten, Lent [38] und Kölliker [58] die Zahnbeinfortsätze der letzteren nachgewiesen. Das äussere Epithel ist ebenfalls von Marcusen richtig beschrieben und gedeutet worden. Alle späteren Beobachter, Nasmyth, Huxley, Natalis Guillot [44], Todd-Bowman [35], Robin und Magitot [46] haben trotz ihrer zum Theil sehr genauen Beschreibungen dieses Epithels nichts Neues hinzugefügt. Die papillären Fortsätze der Zahnsäckchenwand sammt den zwischen ihnen liegenden Einsenkungen des äusseren Epithels, die vielfach als drüsige Bildungen des letzteren angesehen wurden, hat Dursy [67] bis auf den Schmelzkeim und von da bis zu den Papillen der Kieferschleimhaut verfolgt. Der Beschreibung und Abbildung nach zu urtheilen muss bereits Hérissant [3] die Papillen, die er für Schmelz absondernde Drüsen erklärt, gesehen haben. Ihre Bedeutung für die Schmelzbildung ist noch nicht ausreichend gewürdigt worden. Die meisten streitigen Puncte warten noch auf dem Gebiet der Histogenese des Zahnbeins und des Schmelzes ihrer Erledigung. Kölliker [58], dem sich für das Zahnbein Hertz [52], für den Schmelz Kollmann [67a] anschliessen, betrachtet noch beide Substanzen als eine erhärtende Ausscheidung der Odontoblasten resp. der Schmelzzellen, während Tomes, Hertz und Wenzel [66] (bei den stets nachwachsenden Schneidezähnen der Nager) für den Schmelz, Boll neuerdings für das Zahnbein der im Text vertretenen Ansicht zustimmen. Kollmann giebt auch den freien Enden der Schmelzzellen eine Membran »Deckel«; die zusammenhängenden Deckel bilden die membrana praef. und später, verkalkt, die cuticula dentis.

In dem nachfolgenden Literaturverzeichniss sind ausser den neuesten Arbeiten nur diejenigen angeführt worden, welche entweder ausführlichere, zusammenhängende Darstellungen geben oder etwas wesentlich Neues bringen. Nachweise der älteren Literatur findet man besonders bei Hérissant, Henle [26] und Robin und Magitot.

Literatur.

1) Malpighi, Anatome plantarum. Lugd. Batav., 1687.
2) Leeuwenhoek, Philos. Transact., 1678. — Opera omnia. Lugd. Batav., 1722. T. I.
3) Hérissant, Nouvelles recherches sur la formation de l'émail des dents et sur celle des gencives. Mém. de l'Acad. de Paris, 1754.
4) J. Hunter, the natural history of the teeth. London 1778. Deutsch, Leipzig, 1780.
5) Blake, de dentium formatione et structura. Edinburgh, 1798..
6) Tenon, Mém. de l'institut national, an VI.
7) Schreger, Isenflamm's und Rosenmüller's Beiträge, 1800.
8) Serres, Essai sur l'Anatomie et la physiologie des dents, Paris, 1817.
9) Heusinger, Histologie. 1822. (Hornzähne.)
10) F. Cuvier, des dents des Mammifères considerées comme charactères zoologiques. Paris, 1825.
11) E. Rousseau, Anatomie comparée du système dentaire cet. Paris, 1827.
12) Arnold, Salzburger med. Zeitung, 1831.
13) Fränkel, de penitiori dentium humanorum structura observ. Diss. inaug. Vratisl., 1835.
14) Raschkow, Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Vratisl. 1835.
15) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles, 1832 ff.
16) J. Müller, Archiv. 1836 pg III und Poggendorff's Annal. XXXVIII.
19) Retzius, Müller's Arch. 1837.
20) Henle und J. Müller, Systemat. Beschreibung der Plagiostomen. 1838.
21) Goodsir, on the origin and development of the Pulp and Sacs of the human teeth. Edinb. med. and surg. Journ. 1838.
22) Nasmyth, Med. chirurg. Transact., vol. 22. 1839.
23) Schwann, Mikrosk. Unters. etc. Berlin, 1839.
24) Gerber, Handbuch der allg. Anatomie. 1840.
25) Owen, Odontography. London, 1840—1845.
26) Henle, Allgemeine Anatomie. 1841.
27) Erdl, Abhdlgn. der Kgl. bayr. Akad. der Wissenschaften, Math. natw. Klasse. München 1841. (Zähne der Nagethiere.)
28) Lessing, Verhandl. der naturw. Gesellschaft in Hamburg. 1845.
29) Tomes, a course of lectures on dental physiology and surgery. London 1848. Ders. a system of dentistry, übers. von zur Nedden. Nürnberg, 1862. — Ders. London Phil. Transact. 1849 (Beutelthiere.) ibid. 1850 (Nager.)
30) Krukenberg, Müller's Arch. 1849. (Anastomosen der Zahnkanälchen.)
31) Marcusen, Ueber die Entwicklung der Zähne der Säugethiere. Bullet. de la cl. phys.-math. de l'Acad. impér. de St. Pétersbourg, 1849.
32) Hassall, Microscopic anatomy of the human body. Lond. 1849.
33) Czermak, Beiträge zur mikrosk. Anatomie d. menschl. Zähne. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850.
34) Todd, Cyclopaed. of anat. and physiol. Art. Teeth. vol. IV. (Owen) 1852.
35) Todd-Bowman, Physiological anatomy. vol. II.
36) Leydig, Ueber die Verknöcherung der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle des Polypterus. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1854, und Lehrbuch der Histologie. 1857.
37) Huxley in Quarterly Journ. of Microscop. Sc. 1854. 1855. 1857.
38) Lent, Beiträge zur Entwicklung des Schmelzes und Zahnbeins. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1854. VI.
39) Hannover, Die Entwicklung und der Bau des Säugethierzahns. Nova acta Acad. Caes. Leop. Natur. Curios. Breslau und Bonn. 1856.
40) Tomes, On the presence of fibrils of soft tissue in the dentinal tubes. Lond. Philos. Transact. 1846. P. II.
41) Welcker, Bemerkungen zur Mikrographie. Ztschr. f. rat. Med. N. Folge. Bd. 8.
42) Kölliker, Mikroskopische Anatomie.
43) Fürstenberg, Ueber einige Zellen mit verdickten Wänden im Thierkörper. Müller's Arch. 1857.
44) Natalis Guillot, Ann. des sc. nat. (Zool.) IV. Série. 1858. T. IX.
45) Kölliker, Ueber verschiedene Typen in der mikrosk. Structur des Skeletts der Knochenfische. Würzburger Vhdlg. 1859. IX.

46) Robin et Magitot, Journ. de la physiol. Paris 1860. T. III et IV. 1861. Sehr ausführliche Abhandlung.)
47) Kölliker, die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuer. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1863. — Gewebelehre. 4. Aufl.
48) E. Neumann, Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahn- und Knochengewebes. Leipzig, 1863.
49) Waldeyer, Unters. über die Entwicklung der Zähne. I. Abth. Königsberger med. Jahrbücher. IV. Bd. 1864. II. Abth. Zeitschr. f. rat. Med. III. R. 24. Bd. 1865.
50) Beigel, Ueber eine neue Untersuchungsmethode der anatom. Zahnverhältnisse. Berl. klin. Wochenschrift. 1865. Nr. 47.
51) Salter, Arch. of dentistry. 1865.
52) H. Hertz, Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virch. Arch. 1866. Bd. 37. — Id. Ein Fall von geheilter Zahnfractur mit nachfolgender Schmelzbildung. Virch. Arch. 1866. 38. Bd.
53) Hohl, Knochenkörperchen mit eigenthümlichen Kapseln in der Zahnpulpa. Arch. f. mikrosk. Anat. 1866
54) Bruch, Untersuch. über die Entwicklung der Gewebe etc. Frankfurt, 1867. Lief. 2.
55) Ray Lankester, Quart. Journ. of Mikroskop. Sc. 1867 (Zähne von Mikropteron mit vorherrschender Cementbildung.)
56) Kehrer, Ueber die Vorgänge beim Zahnwechsel. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Berlin, 1867. Nr. 47.
57) Lieberkühn, Ueber Wachsthum und Resorption der Knochen. Marburger Univers. Programm. 1867.
58) Kölliker, Gewebelehre, 5. Aufl. 1868.
59) F. Boll, Untersuchungen über die Zahnpulpa. Arch. f. mikrosk. Anat. IV. 1868.
60) Hohl, Die Befestigung des Zahnes in der Alveole. Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilkunde. 1867. p. 15.
61) Pflüger, M. (Hamburg), Entwicklungsgesch. d. Zähne. Deutsche Vierteljahrsschr. für Zahnhlkde. 1867.
62) Leydig, Ueber die Molche der Würtembergischen Fauna. Troschel's Arch. f. Naturgesch. 1867. p. 163. (Entwicklung der Zähne der Salamandrinen.)
63) Cutler, S. in »Dental Cosmos« 1867. September. s. ferner Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilkunde. Januar 1869. p. 65 u. 69
64) Mühlreiter, Beitrag zur Kenntniss der Anordnung der Dentinzellen. Deutsche Viert. f. Zahnhlkde. Juli 1868. p. 168.
65) Inzani, Giov. Ueber die Nerven der Cornea und der Zähne. Riv. clin. VII. p. 109. 1868.
66) Wenzel, Untersuchungen über das Schmelzorgan und den Schmelz etc. Arch. d. Hlkde. 1868. p. 97.
67) E. Dursy, Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes (mit Atlas). Tübingen 1869. p. 211.
67a) Kollmann, Ueber das Schmelzoberhäutchen und die Membrana praeformativa. Sitzungsbericht der Münchener Akademie. Math. phys. Cl. I. 2. 1869. 6. Februar.
Ueber das chemische Verhalten der Zahnsubstanzen vgl. man besonders:
68) v. Bibra, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne. Schweinfurt, 1844.
69) Hoppe-Seyler, Virchow's Arch. Bd. 5 und Band 24. (Zahnschmelz.)
70) Zalesky, Ueber die Zusammensetzung der Knochen des Menschen etc. in Hoppe-Seyler's Med. Chem. Untersuchungen. Hft. I. 1866.

Capitel XVI.

Der Darmkanal.[1]

Von

E. Klein und E. Verson.

A. Mundhöhle. Von E. Klein.

Mit der Lippe des Menschen beginnt die Schleimhaut der Mundhöhle als directe Fortsetzung des äusseren Integuments.

Man kann an derselben drei anatomisch verschiedene Theile[2] unterscheiden: einen Oberhauttheil, einen Uebergangstheil und einen Schleimhauttheil.

Der Uebergangstheil grenzt sich vom Oberhauttheil durch den rothen Lippenrand und von dem Schleimhauttheil durch die höchste Convexität der Lippe ab, so dass also der bei geschlossenem Munde sichtbare rothe Abschnitt der Lippe den Uebergangstheil darstellt.

Der Oberhauttheil zeigt eine dünne Epidermisschichte, die aus einer oder zwei Lagen eng mit einander verschmolzener Epithelialblättchen besteht, auf diese folgt nach innen eine wenig mächtige Schleimschichte, in der rundliche, kleine Zellen mit relativ grossen Kernen angetroffen werden.

Die auf die letztere folgende Cutis ist aus Faserbündeln zusammengesetzt, die sich einander durchflechten, und den Hauptzügen nach gegen den freien Lippenrand gerichtet sind. — Die Fasern, welche diese Bündel bilden, sind zum grössten Theile feine Bindegewebsfasern, zwischen welchen vereinzelte oder auch mehrere miteinander verflochtene elastische Fasern verlaufen.

Die der Epidermis zugewendete Fläche der Cutis zeigt in Reihen ziemlich

1) Die Darstellung dieses Abschnittes stützt sich auf Arbeiten, welche die Herren Verfasser für die Zwecke des Buches in meinem Laboratorium ausgeführt haben. S. Stricker.

2) E. Klein, zur Kenntniss des Baues der Mundlippen des neugebornen Kindes. Sitzungsberichte der k. k. Akad. der Wissenschaften in Wien, Dezemberheft 1868.

dicht nebeneinander stehende cylindrische oder kegelförmige, kleine, gefässhaltige Papillen, welche etwas über die halbe Höhe der Schleimschichte in diese hineinragen. — Die Nerven und Gefässstämme kommen aus dem subcutanen Gewebe oder aus dem Schleimhaut- und Uebergangstheil, treten zwischen den Muskelbündeln hervor und biegen unter nahezu rechten Winkeln in die Cutis ein. Haare und Talgdrüsen sind in ziemlich grosser Menge und in nahezu gleichen Abständen auf verschiedene Tiefen in das Gewebe eingepflanzt.

Die Haarbälge an der Oberlippe sind mit ihrem Grunde schief nach abwärts, in der Unterlippe jedoch schief nach aufwärts gerichtet.

Das Aufhören der Haarbälge und Talgdrüsen, — die bis nahe an das Epithel keilförmig sich vorschiebenden Bündel des orbicularis oris, die auffallend grössere Durchsichtigkeit der oberflächlichsten Zellen, die Anordnung der Formelemente überhaupt und endlich der Gefässreichthum unterscheiden den Uebergangs- vom Oberhauttheil.

Das Epithel als Ganzes bleibt eine kurze Strecke von der Gegend des letzten Haarbalges angefangen, eben so tief wie am Oberhauttheil, nimmt aber dann rasch an Stärke zu. Die obersten Zellen sind anfangs stark abgeplattet, mit einander eng verschmolzen, ohne sichtbare Kerne, bleiben dann tiefer noch tafelförmig, werden aber etwas in die Länge gezogen und besitzen schon je einen deutlichen, meist länglichen Kern; die mittleren Lagen nehmen gegen die Tiefe an Höhendurchmesser zu, was sie an Breite verlieren, und ihre Kerne werden rundlich; die tiefsten Zellen endlich sind rund, ihre Kerne relativ gross, rundlich oder unregelmässig.

Die Hauptfaserlage dieses Uebergangstheiles ist zumeist aus breiten, glänzenden, gegen Essigsäure ziemlich widerstandsfähigen, zu einem dichten und strammen Netze verflochtenen und zu Bündeln vereinigten Fasern gebildet. An vielen Stellen weichen diese Bündel auseinander, um die hier sehr zahlreichen, zumeist horizontal verlaufenden Gefässstämme passiren zu lassen.

Die Dicke dieser Schichte ist gleich mit dem Aufhören der Haarbälge am geringsten, nimmt dann allmählig zu und wird am Anfange des Schleimhauttheiles am mächtigsten. — Ihre Oberfläche ist mit nicht sehr zahlreichen, dünnen, länglichen, oben oft knopfförmig aufgetriebenen, schiefstehenden, gefässhaltigen Papillen besetzt.

Zwischen der genannten Faserlage und dem submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles, meist jedoch im Beginn des letzteren liegt der Stamm der Arteria und vena coronaria eingebettet, von dem sich grössere und kleinere Zweige ablösen, um unter dem Epithel ein Netz zu bilden, aus welchem die Gefässe für die Papillen hervorgehen.

Der dritte Theil der Lippe, der Schleimhauttheil, besitzt ein Epithel, das an Mächtigkeit jenes der beiden früheren Theile weit übertrifft; nimmt aber dann nach der Umbiegung nach hinten wieder rasch ab. Es besitzt hier die für geschichtete Pflasterepithelien charakteristischen Lagen: Die obersten Zellen sind abgeplattet, tafelförmig, mit einem abgeplatteten, zumeist länglichen,

seltener rundlichen Kern; darunter liegen Zellen, die anfangs breiter als hoch sind, gegen die Tiefe immer mehr polyedrisch werden und dann folgen endlich die tiefsten, wie Pallisaden angeordneten Zellen.

Viele von diesen Zellen zeigen an ihrer Oberfläche Riffe oder Stacheln, vermöge welcher zwei benachbarte Zellen sich wie durch eine Zahnnaht verbinden.

Das Gewebe der Mucosa besteht aus feineren und aus breiteren Fasern; die ersteren sind entweder zu Bündeln vereinigt oder sie durchsetzen als feinere, elastische Fasern einzeln oder paarweise in wellenförmigen oder auch vielfach geschlungenen Touren die sich kreuzenden und miteinander verflochtenen Bündel. Ausserdem kommen breite, glänzende, stark geschlängelt verlaufende Fasern vor.

Wo im Allgemeinen die Fasern der Mucosa eine ausgesprochene Verlaufsrichtung haben, ist es die horinzontale, von einer Seite der Lippe zur anderen. Ausserdem ziehen zahlreiche Bündel durch die Muskulatur zu dem subcutanen Gewebe des Uebergangstheiles. Gegen die Muskelbündel zu ändert sich das Gefüge, es wird weniger dicht, die Schleimhaut geht in submucöses Gewebe über.

Die Mucosa ragt mit kegelförmigen, grösstentheils ungetheilten, seltener zwei oder dreifach getheilten, an ihrer breiten Basis häufig zusammenstossenden Papillen in das Epithel hinein; die längsten von ihnen (0.525—0.63 Millim. lang) — stehen am Anfange des Schleimhauttheiles; an der hinteren Fläche werden sie mit dem Abnehmen der Epithelstärke ebenfalls kleiner und behalten da die Länge von etwas über die Hälfte der Höhe des Epithels.

Die Epithelzellen, welche sich über den Papillen befinden, sind dachziegelförmig übereinander gelagert und stärker abgeplattet, daher auch bedeutend niedriger als die in gleicher Höhe zwischen den Papillen gelagerten Zellen.

An den ersten zwei oder drei Reihen Papillen am Anfange des Schleimhauttheiles ist die Epitheloberfläche ferner in Gestalt eines kleinen Hügels erhaben; ja öfters ragen bei Neugebornen die Papillen an diesen Stellen der Lippe und an den Mundwinkeln bis zu 1 Millim. über das Niveau des Epithels hervor.

Die Drüsen, welche im submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles vorkommen, beginnen erst hinter der höchsten Convexität der Lippe und zwar an der Stelle, an welcher das Epithel in seiner Dicke constant zu bleiben anfängt. Es sind dies acinöse Drüsen, welche im Allgemeinen mit den Speicheldrüsen übereinstimmen. Es sind hier jedoch unsere Kenntnisse noch nicht so weit gefördert, um aussagen zu können, dass sich die in neuester Zeit an den Speicheldrüsen aufgedeckten Verhältnisse auch hier wiederholen. An der Oberfläche der Schleimhaut, resp. des Epithels, münden diese Drüsen mit engen Ausführungsgängen. Je ein solcher stellt einen von einer structurlosen Membran begränzten Kanal dar, in welchen sich das geschichtete Pflasterepithel meist nur bis in die Tiefe der Gesammtepithellage fortsetzt; in seinem ferneren Theile ist er

von einem einfachen, cylindrischen Epithel ausgekleidet. Nachdem er die Mucosa im geschlängelten Verlaufe und in schiefer Richtung durchsetzt hat, schickt er im submucösen Gewebe zahlreiche und sich wiederholt theilende Seitenäste aus, die endlich in den einzelnen Acinis enden. Die Acini eines grösseren Astes sind durch Bindegewebsbündel des submucösen Gewebes zu einem Läppchen und diese weiterhin zu Lappen vereinigt. Die Bündel und Fasern, die ein Läppchen oder einen Lappen begrenzen, und in deren Maschen eben die einzelnen Acini eingesenkt sind, begleiten auch den Ausführungsgang als dessen Scheide in die Mucosa.

Das Maschenwerk der aus feinen Bindegewebsfasern zusammengesetzten Bündel der Submucosa, welches nebst feinen vielfach geschlängelten, elastischen Fasern das Gerüste der Drüsen bildet, ist zugleich der Träger von kleineren Nervenstämmchen, sowie des dichten Capillargefässsystemes, das die Drüsenacini umspinnt.

In diesem Gewebe liegen theils vereinzelt zwischen den feinen Bindegewebsfasern eines Bündels theils in grösserer Menge neben und um die Acini herum den Lymphkörperchen ähnliche Zellen, sowie grössere, grobkörnige, unregelmässig gestaltete, gewöhnlich einen kleinen Kern bergende Protoplasmakörper.

Sebastian [1] zählte an einer Unterlippe allein 57 Drüsen, in anderen Fällen bald 13, bald 21 jener Drüschen; ihr Durchmesser beträgt $1/_2$—$1\,1/_2'''$ und darüber; sie sind übrigens im Allgemeinen um so grösser, je geringer ihre Zahl ist; diese ist ferner am grössten bei Kindern und nimmt mit dem Alter ab.

In der kindlichen [2] Unterlippe stehen sie in 4 - 5 Reihen neben respective über einander. In der Oberlippe überschreitet ihre Zahl selten mehr als drei, zur Seite der Mundwinkel fehlen [3] sie gänzlich. Beim Kinde finde ich sie in der Unterlippe grösser, als in der Oberlippe.

Im submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles finden sich nebst den Drüsen noch grössere Gefäss- und Nervenstämme, letztere verlaufen grösstentheils vertical, senken kleinere Stämmchen in die Schleimhaut, die sich wiederholt verzweigen und deren einzelne Zweigchen bis nahe an das Epithel zu verfolgen sind.

Die Nerven der Papillen sind nicht genau erforscht. Nach W. Krause finden sich an den Lippen vieler Säugethiere sogenannte Endkolben, Gebilde, über deren Natur bekanntlich gestritten wird [4].

Kölliker [5] hat an den Lippenpapillen, und zwar nur des Theiles, der bei geschlossenem Munde sichtbar ist, auch Tastkörperchen und in einem Falle in kleinen Papillen oder an der Basis der grösseren Nervenknäuel gesehen.

Auch Gerlach [6] schreibt den Papillen der Lippenränder Tastkörperchen zu.

---

1) Sebastian, Recherches anatomiques, physiologiques, pathologiques et semeiologiques sur les glands labiales. Groeningen und Bremen 1842. 4.
2) E. Klein, l. c. 3) Henle, Splanchnologie, T. 138.
4) W. Krause, die terminalen Körperchen, Hannover 1860.
5) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. IV. Heft I. pag. 43.
6) Handbuch der allgem. u. speciellen Gewebelehre des menschl. Körpers. Mainz, 2. Afl.

Zwischen dem submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles und dem subcutanen des Oberhauttheiles liegen die Bündel des musculus sphincter oris eingeschaltet. Nach C. Langer [1] hat die Musculatur jederseits drei Radiationspuncte, von denen aus sie gegen die Mitte zieht, und zwar die Mundwinkel und die beiden musculi incisivi; von den Mundwinkeln gehen die Fasern geschichtet zu den Lippen, ein Theil endigt, ohne die Symmetrieebene zu überschreiten, auf seiner Seite in der Cutis, ein anderer geht über diese hinweg, um in der Lippenhaut der anderen Seite zu endigen, und nur ein Theil der Fasern endlich heftet sich an dem Incisivusansatze auch am Knochen derselben Seite fest. Nach Langer verlieren sich ferner die in die Cutis einziehenden Fasern des sphincter oris in dem Netze der Fasern derselben. Woodham Webb [2] hat ebenfalls früher schon in den Lippen des Menschen quergestreiftes Muskelgewebe nachgewiesen, von welchem sich äusserst zarte Bündelchen bis an die Papillen der Cutis erstrecken und daselbst verlieren. Man kann sich durch gut geführte Schnitte überzeugen, dass ein Theil der Muskelfasern, welche Langer und Woodham Webb in die Cutis einziehen lassen, einem eigenen Systeme von Muskelfasern (compressor labii) angehören, welche in den Zwischenräumen der ersten 5—7 übereinanderstehenden Reihen von Haarbälgen beginnen, im subcutanen Gewebe sich zu 4—5 Bündelchen ordnen, in sehr mässig gekrümmten Bogen zwischen den Bündeln des Sphincter hindurchziehen, am Eintritte in den Schleimhauttheil, resp. in dessen Submucosa sich zu je 2 und 3 Bündeln kreuzen, um alsdann fächerförmig in die Schleimhaut selbst, seltener in den Uebergangstheil einzugehen.

Die einzelnen Muskelfasern lassen sich sowohl für den Schleimhauttheil — wie auch für den Oberhauttheil bis ganz hart an das Epithel, resp. bis zur Basis der Papillen verfolgen. Das Sarcolemma zieht als dünner Faden noch eine kurze Strecke zwischen den Fasern der Mucosa resp. Cutis fort. In dem Oberhauttheile kreuzen sich die Muskelfasern stellenweise am Grunde eines Haarbalges, an anderen Stellen lassen sie sich an der Wand der Haarbälge bis nahe an das Rete verfolgen.

Dieser Muskel ist in der Medianlinie der Unterlippe stärker ausgebildet als an den Seitentheilen, was für die Oberlippe, wo er überhaupt schwächer ist, im umgekehrten Sinne gilt. An den Seitentheilen ist seine Verlaufsrichtung radiär gegen die Mundspalte, auch ist hier sein Endigungs- und Ursprungsareal grösser.

An den Mundwinkeln schlägt sich die Schleimhaut auf die innere Fläche des Buccinator und zieht als Wangenschleimhaut nach hinten bis zum vorderen Rande des verticalen Unterkieferastes, ohne in ihrem Baue wesentliche Veränderungen zu erleiden. Ihr Epithel zeigt die am Schleimhauttheile der

---

1) C. Langer. Ueber den Musculus orbicularis oris. Wiener medicinische Jahrbücher, Heft II. und Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte. Wien 1861.

2) Woodham Webb. On striated muscular Fibres in the Skin of the human lip. Quart. Journ. of Med. Sc. London 1857, Jan. Vol. V, p. 89. Plate VII, Fig. 16.

Lippe beschriebene Höhe und Formation, nur ist die Anzahl der Riffzellen in den mittleren Lagen der Wangenschleimhaut bedeutend grösser als an der Lippe.

Die Form der Papillen, mit denen die Mucosa in das Epithel hineinragt, ist unregelmässig, sie sind oft kegelförmig mit aufgetriebener Spitze oder fadenförmig ausgezogen. An ihrer Basis sind sie relativ breit. Ihre Höhe ist wechselnd, bald die halbe Höhe des Epithels betragend, bald die untere Epithelgrenze nur wenig erhebend. Die Mucosa ist unter dem Epithel am dichtesten, man erkennt dieselbe Anordnung der Elemente wie an der Lippe. Gegen den Musc. buccinatorius wird sie locker. Ihre Bündel stehen ganz so wie an der Lippe mit denen des subcutanen Gewebes in Verbindung.

Die Drüsen der Wangenschleimhaut (Glandulae buccales) sind sehr selten, in grossen Abständen nur vereinzelt aufzufinden; in der Gegend der Ausmündungsstelle des Ductus Stenonianus münden die unter dem Namen der Glandulae molares[1] bekannten Drüsen. Sie sind nach Ward 2 bis 4 an Zahl, liegen zwischen dem Muscul. masseter und Buccinator, sind grösser und aus mehr Läppchen zusammengesetzt als die übrigen Drüsen der Mundhöhlenschleimhaut.

Beim Umschlagen von der Lippe auf die vordere Fläche der Kiefer bildet die Schleimhaut in der Medianlinie für die Ober- und Unterlippe je eine kleine Duplicatur, die Lippenbändchen.

Das Epithel der Schleimhaut ist hier dünner, die Papillen sind kleiner und nicht häufig; die Mucosa selbst ist unansehnlich. In ihrem Gewebe finden sich relativ zahlreiche Gefässe und eine ansehnliche Menge feiner unregelmässig verlaufender, elastischer Fasern.

Der Theil der Schleimhaut, der die Alveolarfortsätze der Kiefer überkleidet und die Zähne an ihrem Halse umschliesst, nach vorne in die Schleimhaut der Lippen, nach hinten am Dache der Mundhöhle in die des harten Gaumens und unten in die des Bodens der Mundhöhle übergeht, heisst Zahnfleisch (Gingiva).

Das Zahnfleisch ist wegen seines Reichthums an sehnigen Bindegewebsbündeln derber und fester als die Schleimhaut an irgend einer andern Stelle der Mundhöhle; sie ist zugleich durch die directe Fortsetzung von Sehnenbündeln des Periosts in die Mucosa innig an den Knochen angeheftet.

Das Epithel des Zahnfleisches ist ein geschichtetes Pflasterepithel, das die ausgeprägtesten Riffzellen zeigt. Die obersten Zellen sind stark abgeflacht; nach abwärts nehmen sie ziemlich rasch an Höhe zu und zeigen besonders prächtige Riffe. Die tiefste Zellenlage endlich ist cylindrisch, nach oben konisch zugespitzt.

Die Papillen der Mucosa sind alle an der Basis verhältnissmässig

---

1) N. Ward, Saliv. glands. Todds cyclopaed. V. II. p. 422.

breit, ungleich hoch, oben konisch zugespitzt oder abgerundet, bald getheilt, bald ungetheilt.

Das Gewebe der Mucosa ist derb und besteht aus breiten Bindegewebsbündeln, deren Fasern gestreckt verlaufen. Daneben kommt eine nicht bedeutende Anzahl von feinen und breiteren, stark geschlängelt verlaufenden elastischen Elementen vor. — Man kann an der Schleimhaut der Gingiva drei besondere Faserzüge unterscheiden: *a.* Faserbündel, welche parallel zur Oberfläche in horizontaler Richtung von rechts nach links verlaufen, dabei sich in kleinere Bündelchen auflösen, die sich nach mehrmaliger Kreuzung zu neuen grösseren Bündeln wieder vereinigen; diese prävaliren an der vorderen Fläche des Alveolarfortsatzes über die folgenden zwei Arten; *b.* Faserbündel, die vom Periost des Knochens herstammend, zuerst zu grösseren Bündeln vereinigt sind, sodann fächerförmig in kleinere Bündel zerfahrend in horizontaler Richtung von hinten nach vorne, resp. von vorne nach hinten gegen das Epithel verlaufen. Nahe beim Epithel lösen sich diese kleineren Bündel in die einzelnen Fasern auf, welche anscheinend zwischen die Zellen der tiefsten Epithellagen eindringen; *c.* Endlich finden sich Faserbündel, welche vertical von oben nach unten, resp. von unten nach oben verlaufen und sich im Uebrigen wie die sub *a* angeführten verhalten.

Am hinteren Theile der Gingiva des Oberkiefers, wo sie in die Schleimhaut des harten Gaumens übergeht, durchkreuzen sich alle drei Arten dieser Fasern vielfach.

Nerven sind in der Mucosa des Zahnfleisches nicht zahlreich zu finden.

Die Schleimhaut des harten Gaumens weicht in ihrem Baue in vielen Puncten von dem des Zahnfleisches ab. Das geschichtete Pflasterepithel, anfangs niedriger als am Zahnfleische, nimmt nach hinten allmählig an Tiefe zu. In seinen mittleren Lagen wechselt die Menge der Riffzellen von Stelle zu Stelle. Die Papillen, die von der Schleimhaut in das Epithel hineinragen, sind am Anfange des harten Gaumens bei Weitem nicht so häufig, wie an der Gingiva. Oft findet man, besonders in der Medianlinie, in der Umgebung des Foramen incisivum, auf ganze Strecken die Papillen nur in Form von seltenen schwachen Einbiegungen der unteren Epithelgrenze angedeutet. — Nach hinten nehmen die Papillen an Zahl und Höhe etwas zu, obwohl sie auch an einzelnen Stellen des hintersten Drittels nicht viel grösser sind, als ganz vorn am harten Gaumen.

Die auf das Epithel folgende Schleimhaut ist am schwächsten in der Medianlinie des vorderen Drittels; an den äusseren Theilen ist sie im Allgemeinen überall stärker, als in den mittleren, und nimmt ausserdem nach hinten an Mächtigkeit zu.

Die Faserbündel verhalten sich in Bezug auf ihre Verlaufsrichtung im Allgemeinen so, als ob sie von dem bogenförmig gekrümmten Alveolarfortsatze des Oberkiefers gegen die Medianlinie des harten Gaumens ausstrahlen wür-

den; es verlaufen somit die im vorderen Theile der Schleimhaut von vorne nach hinten, im hinteren von einer Seite zur andern.

Ihre Elemente sind am vordersten Theile zumeist breitere Fasern, die unter dem Epithel zu dichten Netzen vereinigt sind; entfernter vom Epithel finden sich lockere Bindegewebsmaschenwerke als submucöses Gewebe, dessen Stränge gegen den Knochen zu sich immer dichter verflechten, endlich mit dem Periost sich verbinden. — Im mittleren und hinteren Drittel ist die Schleimhaut unter dem Epithel locker, entfernter davon verweben sich die Bindegewebsbündel zu einem dichten Filz und weichen im submucösen Gewebe zu grösseren oder kleineren Maschen auseinander. An den Seitentheilen sind im submucösen Gewebe Fettzellen vorhanden, deren Menge im mittleren Drittel am grössten ist.

Im submucösen Gewebe des vorderen Drittels in der Medianlinie und im äusseren Theile verlaufen die Gefässe und Nerven, erstere prävalirend in longitudinaler, letztere in querer Richtung. Je mehr man nach aussen kommt, desto grösser wird die Anzahl der Nervenstämme, deren kleinere Zweige in die Mucosa einbiegen.

Im mittleren Theile des harten Gaumens, und da zuerst nach aussen, treten im submucösen Gewebe acinöse Drüsen auf, die anfangs vereinzelt stehen, weiter nach hinten aber sich in Längsreihen stellen, und zwar entweder bloss in einer oder (gegen den hinteren äusseren Theil des mittleren Drittels) auch in zwei Schichten. Szontagh zählte an einem harten Gaumen 250 Drüsen[1].

Nachdem die Schleimhaut der Mundhöhle den harten Gaumen überzogen hat, bildet sie eine muskulöse Falte — das Gaumensegel oder den weichen Gaumen, der beim Menschen eine kegelförmige mediane Verlängerung, Uvula, hat und mit der Schleimhaut der Nasenhöhle in Verbindung steht. Nach der Seite und abwärts setzt sich die Schleimhaut des weichen Gaumens als arcus palatoglossus in die der Zungenwurzel, und als arcus palato-pharyngeus in die des Pharynx fort.

Beim Neugebornen ist an der Spitze des Zäpfchens und nächst derselben das Epithel ringsherum ein geschichtetes Pflasterepithel; an der hinteren, resp. oberen Fläche ist höher hinauf ein geschichtetes, cylindrisches Flimmerepithel. Da sind nämlich die obersten Zellen mit kurzen Härchen besetzt, kegelförmig mit nach der Tiefe gerichteter Spitze, ihre Kerne rundlich oder seitlich abgeplattet; darauf folgen spindelförmige oder längsovale Zellen und endlich solche, die seitlich abgeplattet sind.

Der Uebergang des geschichteten Pflasterepithels in das geschichtete cylindrische Flimmerepithel geschieht in der Weise, dass die mittleren Zellenlagen an Zahl abnehmen, dabei mit ihrem kürzesten Durchmesser nicht wie früher senkrecht, sondern parallel zur Oberfläche gestellt sind, dass ferner die ober-

1) Szontagh: Beiträge zur feineren Anatomie des menschlichen Gaumens. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Märzheft 1866.

sten abgeplatteten Zellen aufhören und durch Cylinderzellen ersetzt werden, welche an Zahl zunehmen, je weiter man sich von der Spitze der Uvula entfernt.

An der hinteren Fläche der Uvula und des Gaumens des Neugebornen findet man übrigens schon zahlreiche, vereinzelte Stellen, mit ausgebildetem, geschichtetem Pflasterepithel, sowie Uebergangsformen zwischen geschichtetem Cylinder- und Pflasterepithel. — Beim Erwachsenen [1] ist wohl an der vorderen wie hinteren, resp. oberen Fläche der Uvula und des Gaumens ein geschichtetes Pflasterepithel, und zwar ist es hier der Tiefe nach in zwei Schichten getrennt; in der unteren sind die Zellen kleiner als in der oberen.

Das Gewebe der Schleimhaut enthält Bindegewebsbündel und eine grössere Menge von elastischen Netzen, sowie feinere und breitere, geschlängelte, elastische Fasern. Unter dem Epithel ist es übrigens bedeutend dichter als gegen die Tiefe (submucöses Gewebe), in welchem die Drüsen und Muskeln ihren Platz finden. Man kann sich die Bindegewebsbündel des Gaumensegels und des Zäpfchens nach drei Richtungen verlaufend denken; erstens giebt es solche, welche zumeist nach aussen gelegen quer-horizontal, zweitens eben solche, welche longitudinal verlaufen; diese beiden Arten bilden den Filz der Mucosa; endlich drittens giebt es solche, welche von den beiden ersten stammend, das ist von der Mucosa sich abzweigend schräg gegen die Tiefe verlaufen, um in die Mucosa der entgegengesetzten Seite einzugehen. Diese letzteren bilden unter einander im Inneren des weichen Gaumens und des Zäpfchens das lockere Maschenwerk des submucösen Gewebes, welches, wie überall auch hier, eine wechselnde Menge von feinen, elastischen Fasern, kleineren Lymphkörperchen und grösseren Bindegewebszellen, zahlreiche Gefässe sowie Nervenstämme enthält. Von der Oberfläche der Schleimhaut ragen beim Erwachsenen am weichen Gaumen und der Uvula kegelförmige oder cylindrische, oben meist abgerundete Papillen in das Epithel hinein, welche übrigens an der Uvula bedeutend zahlreicher und grösser sind als am weichen Gaumen (an einem Querschnitte der Uvula des Erwachsenen zählte ich deren 130 in einer Ebene).

Anders ist dieses Verhältniss für das Gaumensegel des Neugebornen. An der oberen Fläche finden sich bei ihm keine Papillen, die Gefässe dringen nur bis zum Epithel, biegen dann schlingenförmig um, oder verlaufen auf längere Strecken hart unter dem Epithel weiter; an der vorderen Fläche findet man schon entweder die untere Epithelgrenze besonders an Längsschnitten als gleichgeschlungene, breite und niedrige Arcaden bildende Linien, oder es dringt ein Blutgefäss mit Schleimhautgewebe zwischen die Epithelzellen der tieferen Schichten ein. Besonders deutlich ist dieses Verhältniss an den Kuppen der Falten zu sehen. Von einem grösseren Gefässe sieht man da zwei oder drei

1) E. Klein. Ueber das Epithel des weichen Gaumens etc. Wiener Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Jännerh. 1868.

Aeste abgehen und von wenig Fasergewebe begleitet zwischen Epithelzellen eindringen. Es erscheinen demgemäss an der Kuppe einer Falte zwei oder drei spitz zulaufende, gleich breite, aber ungleich lange Papillen. Die Schleimhaut des weichen Gaumens zeigt einen ausserordentlichen Gefässreichthum; unter dem Epithel, sowie in der tieferen Lage der Mucosa sind nebst mächtigen, äusserst dünnwandigen Blutgefässen zahlreiche Lymphbahnen sowohl in Form von grösseren Lymphseen als Lymphgefässen. Die grösseren, ausserhalb der ersten Drüsenreihe gelegenen Nervenstämme, deren Zahl an der vorderen Fläche bedeutend grösser ist, als an der hinteren, schicken sowohl nach Innen in das submucöse Gewebe, wie nach Aussen in die Mucosa ihre feineren Aeste, wo sie in der ersteren zwischen Drüsen und Muskeln, in der letzteren bis unter das Epithel zu verfolgen sind.

Die Mächtigkeit der Mucosa ist wechselnd und hängt von der Grösse und Anzahl der Drüsen ab. Im Allgemeinen nimmt die Dicke der Schleimhaut, vom harten Gaumen angefangen, gegen die Spitze der Uvula zu, und zwar ist sie an der oberen Fläche immer etwas stärker als an der unteren.

Die acinösen Schleimdrüsen des weichen Gaumens liegen, wie schon oben angegeben wurde, im submucösen Gewebe; sie sind verschieden gross, die grössten von ihnen liegen in der Uvula. Szontagh[1] zählte ihrer an der vorderen Fläche des weichen Gaumens 100, an der hinteren Fläche 40 und 12 an der Uvula. An der letztgenannten Stelle werden sie grösser und bilden in der oberen Hälfte — Basis — derselben eine central, jedoch der vorderen Peripherie näher als der hinteren gelegene, bald nur durch die Bündel des Azygos uvulae umzogene oder zwischen den beiden Muskeln eingelagerte Schichte.

Die Ausführungsgänge sind in ihrer Weite, Auskleidung und Verlaufsrichtung verschieden; an der hinteren Fläche der Uvula des Erwachsenen findet man Ausführungsgänge, die an der Mündung breiter werden, an der oberen und unteren Fläche des weichen Gaumens jedoch ist das Verhältniss umgekehrt. Der Verlauf der Ausführungsgänge ist in den wenigsten Fällen geradlinig; meist verlaufen sie, nachdem sie alle Nebenausführungsgänge aufgenommen, im innersten Theile der Mucosa senkrecht gegen das Epithel, biegen dann unter einem rechten Winkel nach abwärts, und streben in schiefer Richtung gegen die Epitheloberfläche. Das Epithel, mit dem sie ausgekleidet, ist in den meisten Fällen ein einfaches Cylinderepithel; in anderen selteneren Fällen finden sich unterhalb der Cylinder noch eine oder zwei Schichten kleiner, rundlicher Zellen und an der hinteren Fläche des weichen Gaumens zeigen die Ausführungsgänge einzelner Drüsen auch beim Erwachsenen noch in nicht grosser Entfernung von der Epitheloberfläche flimmerndes Cylinderepithel[2]. — Das geschichtete Pflasterepithel der Oberfläche lässt sich in einzelnen Fällen auch eine kurze Strecke als Auskleidung der Drüsenausführungsgänge verfolgen.

---

1) Szontagh l. c.
2) E. Klein. l. c.

Höchst complicirt ist die Anordnung und der Verlauf der Muskeln im weichen Gaumen. Der einzige und wahre Längsmuskel des weichen Gaumens ist der Azygos uvulae oder palato-staphylinus, ein paariger Muskel, der am fibrösen Saume des harten Gaumens entsprungen, beiderseits nahe der Medianlinie verläuft. Im vorderen Theile des weichen Gaumens um die Weite ihres eigenen Durchmessers [1] von einander abstehend, treten sie gegen den Anfang des Zäpfchens ganz nahe aneinander, laufen aber nicht bis zur Spitze desselben, sondern endigen in den meisten Fällen nahezu mit dem Ende des zweiten Drittels, indem die Bündel fächerförmig gegen vorne, und hauptsächlich gegen die Seiten auseinander weichen, dabei entsprechend von ihrem Wege abbiegen und in derselben Weise endigen, wie dieses bei den Muskeln der Lippe angegeben wurde. Auf ihrem Wege durch den weichen Gaumen zweigen sich vom Gros der beiden Muskeln einzelne kleinere Bündelchen ab, welche zwischen Drüsenläppchen durchziehend und diese umgreifend entweder zu jenem wieder zurückkehren, oder in die Schleimhaut, namentlich in die der vorderen Fläche einziehen und daselbst auf die eben erwähnte Weise endigen.

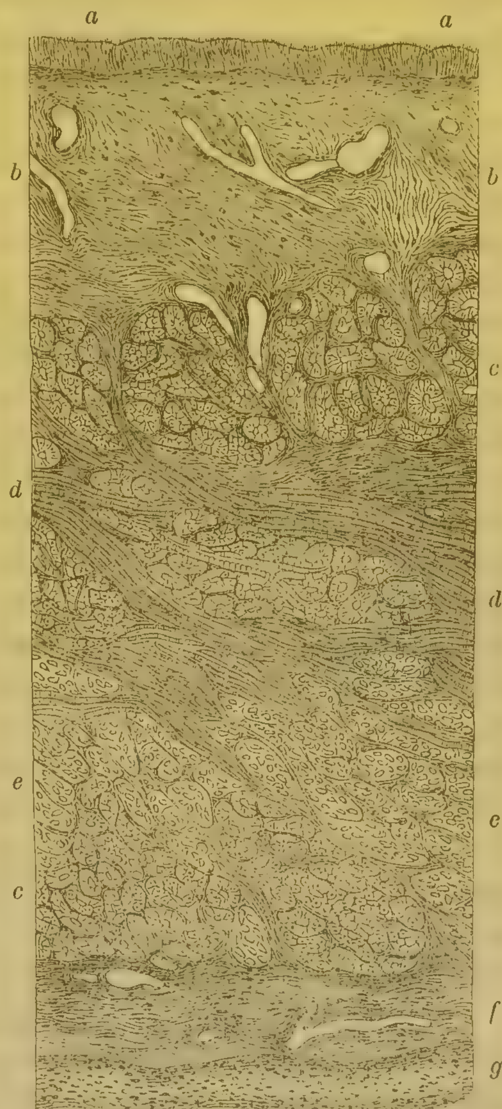


Fig. 104. Längsschnitt durch den weichen Gaumen eines Kindes: *aa* Flimmerepithel. *bb* Schleimhaut der oberen Fläche. *cc* Drüsen. *dd* Muskelfasern des thyreo-palatinus. *ee* Muskelfasern des Levator palati. *f* Schleimhaut der unteren Fläche. *g* Epithel der unteren Fläche.

Der Musculus thyreo-pharyngo-palatinus [2] bildet den Hauptbestandtheil der Muskulatur des weichen Gaumens; er zerfällt nach Luschka in eine pars thyreo-palatina und eine pharyngo-palatina. Das obere Ende der ersten liegt theils vor, theils hinter den Levatoren und mit diesen theilweise sich durchkreuzend. Die meisten Fasern der pars thyreo-palatina liegen vor den Levatoren und bilden eine bogige, im Maximum 9 Millim. breite, abgeplattete Muskelmasse, die um die Weite der bogenförmigen Vereinigung der beiden Leva–

1) Szontagh, l. c.

2) Luschka. Der Musculus pharyngo-palatinus des Menschen. Virchow's Archiv, 42. Bd. S. 480.

toren dem harten Gaumen näher als jene gelegen ist. Der convexe Rand dieser Portion ist mit dem fibrösen Rand des harten Gaumens, der Aponeurose des Tensor veli palati verwachsen, während sein concaver Rand dem gleichnamigen des Bogens der Levatoren zugekehrt ist.

Die anderen hinter den Levatoren liegenden Fasern des oberen Endes dieser Pars thyreo-palatina bilden beim Erwachsenen mehrere durch sehr viel Fettzellen unterbrochene, lose zusammenhängende Bündel, welche gegen den freien Rand des palatum molle immer zarter werdend, theils vor dem Azygos zwischen die Drüsen der vorderen Fläche, theils denselben durchsetzend, über resp. hinter ihm zwischen die Drüsen der hinteren Fläche einziehen und hier endigen oder stellenweise bis in die Schleimhaut vordringen. Der eben besprochene Antheil der Portio thyreo-palatina erhält Verstärkung durch die Levatoren [1], indem sich lateralwärts von diesen, wo sie zur bogigen Vereinigung tendiren, stets ein Bündel ablöst, welches in feinere Bündelchen zerfallend, seinen Lauf vor dem Azygos uvulae zur entgegengesetzten Seite nimmt, um sich den innersten Faserzügen der Pars thyreo-palatina beizugesellen. Die Gesammtheit dieser Fasern drängt sich nach aussen und abwärts, um in den Arcus pharyngo-palatinus herabzusteigen und sich theils an dem oberen Horne des Schildknorpels festzusetzen, theils mit der Pars pharyngo-palat. verschmolzen, sich zur hinteren Pharynxwand zu begeben. Neben dem bogenförmigen Ende der Pars thyreo-palatina entspringt die Pars pharyngo-palatina, die mit jener im Arcus pharyngo-palatinus zusammentrifft und gegen die hintere Pharynxwand sich begiebt. Zudem was über die Levatoren veli palati bereits gesagt wurde, ist nur noch hinzuzufügen, dass der bogenförmige Zusammenfluss dieser beiden Muskeln vor dem Azygos uvulae und in der vorderen Hälfte des weichen Gaumens gelegen ist.

Endlich steigt von der Zunge und zwar von den Querfasern derselben [2] ein schmales Muskelbündelchen im vorderen Arcus glosso-palatinus gegen die Basis der Uvula auf, wo es theils in die Schleimhaut der vorderen Fläche eingeht, theils den letzten Bündelchen des Thyreo-palatinus sich beigesellt.

Die einzelnen Bündel der Gaumenmuskeln sowie die der Zunge und der Lippe liegen in einem zierlichen Netzwerke. Im Gaumen des Erwachsenen kommt im Allgemeinen viel Fettzellengewebe vor. Die grösste Menge findet sich zwischen den Bündeln des Thyreo-palatinus und Levator veli palati. Constant findet sich dasselbe auch zwischen den Drüsen der ersten Schichte der oberen Fläche, sowie es in grösserer oder kleinerer Menge an verschiedenen Stellen der Schleimhaut anzutreffen ist.

Die muskulösen Schleimhautfalten, die als Arcus glosso-palatinus und pharyngo-palatinus vom weichen Gaumen zur Zungenwurzel und Pharynxwand ziehen, zeigen keinen andern Bau, als die Schleimhaut des weichen

1) Luschka l. c. S. 483. 2) Henle Splanchnologie, p. 116.

Gaumens; Epithel, Papillen und Schleimhautgewebe bleiben sich nahezu gleich. Das elastische Gewebe in Form von Netzen ist in der Schleimhaut dieser Bögen in den meisten Fällen stark vertreten; die Drüsen nehmen nach abwärts an Zahl und Grösse ab, sie sind beim Erwachsenen hier ebenso gross, wie in der Uvula und zu einer Schichte vereinigt, welche durch spärliches, lockeres, die Läppchen und Acini umgrenzendes, fettzellenhaltiges Bindegewebe und stellenweise auch durch kleine Muskelbündelchen unterbrochen ist. Das Gewebe der Schleimhaut ist besonders häufig gegen den freien Rand der Falte zu in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit Lymphkörperchen infiltrirt. Diese infiltrirten Stellen, in denen man nebst zahlreichen Gefässen ein feines, durch Zellen gebildetes Netzwerk, sowie auseinandergedrängte Bindegewebsbündel erkennt, zeigen niemals eine scharfe Begrenzung, sondern gehen allmählig in die Umgebung über.

Zwischen den Gaumenbögen vertieft sich die Seitenwand dieses als Isthmus faucium bezeichneten Theiles der Mundhöhle und aus der Vertiefung ragt ein Wulst — Tonsille — hervor, der bald so klein ist — Neugeborner — dass man ihn bei der Inspection der Mundhöhle von vorne kaum wahrnimmt, bald wieder so gross wird, dass das paarige Organ den Isthmus wesentlich verengt. Die Oberfläche desselben ist durch bald einfache, bald vielfächerige, bald seichte, bald tiefergreifende Einschnitte gelappt. Das ganze Organ ist als eine verdickte, mit gelappter Oberfläche versehene Schleimhautstelle aufzufassen, deren eigentliche Mucosa nach Art der conglobirten Drüsensubstanz (Henle) theils aus faserigem, theile aus adenoidem Gewebe besteht, und in dessen Maschen zahlreiche Lymphkörperchen eingelagert sind. Das Epithel ist ein wenig mächtiges, geschichtetes Pflasterepithel; die Papillen sind grösstentheils verstrichen. Unter dem Epithel ist ein dichtes Gefässnetz angeordnet und die infiltrirte mucosa durch Bindegewebsstränge aus dem submucösen Gewebe in einzelne den Peyer'schen Plaques ähnliche Abtheilungen gebracht. Im submucösen Gewebe sind vereinzelte acinöse Drüsen und dieses hängt nach aussen mit der Muskelhaut des Pharynx zusammen.

Die Zunge.

Die Oberfläche der Zunge des Menschen ist an der dem Gaumen zugekehrten Fläche — Rücken der Zunge — anders beschaffen als unten, indem an ersterer die mit geschichtetem Pflasterepithel bedeckten papillären Erhabenheiten der Mucosa frei hervorragen und dadurch dem Rücken der Zunge sein eigenthümliches, pelzartiges Ansehen verleihen, während an der unteren Fläche die Papillen der Schleimhaut im Allgemeinen nur bis zur halben Höhe des Epithels in dieses hineinragen. Die Oberfläche des absteigenden Theiles der Zunge ist beim neugebornen Kinde anders beschaffen als beim Erwachsenen. Bei ersterem erscheint die Oberfläche der Schleimhaut gewulstet und die Wülste durch längliche Spalten zerklüftet; beim Erwachsenen hingegen ist dieselbe in vielen Fällen mit zahlreichen, kleineren und grösseren platten,

linsenförmigen Erhabenheiten besetzt, welche zuweilen noch eine kleine Oeffnung besitzen. An der unteren Zungenfläche zeigt die Schleimhaut im contrahirten Zustande zahlreiche feine, parallel ziehende Falten, welche seitlich hinter der Ebene des Foramen coecum unter allen Umständen zu finden sind. —

Die freistehenden Papillen der Zungenoberfläche sind ihrer Form nach *a*) fadenförmige — Papillae filiformes, *b*) keulenförmige — Papillae fungiformes und *c*) wallförmige — Papillae circumvallatae.

Die sog. fadenförmigen Papillen sind kegelförmig, beim Neugebornen einfach und oben abgerundet, beim Erwachsenen zusammengesetzt und oft in haarförmige Fortsätze ausgezogen. — Die keulenförmigen Papillen sind an der Basis dünner als an der Spitze, welche keulenförmig aufgetrieben oder oben seitlich angeschwollen erscheint und beim Erwachsenen mit secundären Spitzen versehen ist.

Die Circumvallatae endlich sind die grössten und von den Fungiformibus nur durch den sie umringenden Schleimhautwall unterschieden, ja dieser letztere ist an den betreffenden Papillen der Zunge des Neugebornen in den meisten Fällen so undeutlich, dass an eine Unterscheidung derselben von den keulenförmigen Papillen nicht zu denken ist.

Was die Verbreitung dieser verschiedenen Papillen an der menschlichen Zunge anlangt, so sind die Papillae filiformes über die ganze Rückenfläche des horizontalen Theiles und über die Ränder gleichmässig zahlreich vertheilt. Die Papillae fungiformes findet man an dem vorderen Theile der Rückenfläche und zwar am meisten an der Spitze und den Rändern; gegen die Medianlinie des hinteren Theiles werden sie spärlich und kleiner, an der Zungenwurzel hören sie ganz auf. Nur in einzelnen Fällen finden sich auch an der letzteren Papillae filiformes und noch seltener fungiformes.

Die Papillae circumvallatae sind in ihrer Zahl am beschränktesten, sie stehen an jeder Zungenhälfte an der Grenze des Rückens und der Wurzel derart angeordnet, dass sie ein V bilden, dessen Spitze das Foramen coecum einnimmt. —

Das Epithel, sowohl der oberen als auch der unteren Fläche ist ein geschichtetes Pflasterepithel. An den fadenförmigen Papillen der Zunge des Erwachsenen sind die Pflasterzellen dachziegelförmig übereinander gelagert und mit kürzeren oder längeren Fortsätzen versehen, welche über die Papillen frei hinausragen. Die obersten, abgeplatteten, verhornten Zellen bilden zuweilen über die secundären Papillen frei hinausragende, solide Haare oder Fäden. Im Uebrigen ist das Epithel der Zunge so gebaut, wie an anderen Stellen der Mundhöhle.

Die Mucosa ist beim Menschen am horizontalen Theile der Zunge schwächer und zugleich mit den darunter liegenden Muskeln viel inniger vereinigt, als am absteigenden Theile, wo sie wegen des ansehnlichen, lockeren, submucösen Gewebes mit eingelagerten, zahlreichen Drüsen leicht verschiebbar ist. Ihre Elemente sind dieselben, wie die der Mucosa an anderen Stellen der

Mundhöhle; Bindegewebsfasern zu Bündeln vereinigt, bilden ein dichtes Maschenwerk, das mit dem Gewebe in der Tiefe durch mächtige Balken in Verbindung steht.

Das sogenannte Septum cartilagineum der Menschenzunge, das eine derbe, mitten in der Zunge zwischen beiden Genioglossis senkrecht stehende Platte darstellt, und am Zungenbeinkörper entsprungen durch die ganze Länge der Zunge sich erstreckend gegen die Zungenspitze an Höhe allmählig abnimmt, trägt, wie Kölliker[1] gezeigt hat, mit Unrecht diesen Namen, da es nur aus Bindegewebe besteht.

Die Schleimdrüsen der Menschenzunge kommen als Drüsen des Randes und als Drüsen der Zungenwurzel vor.

Zu den ersteren zählt man die von Blandin[2] und Nuhn[3] beschriebenen Drüsen.

Nuhn fand in der Zungenspitze des Menschen, und zwar unter der Schleimhaut und einer Schichte longitudinaler Muskelfasern vom Styloglossus und Longit. inferior eine paarige Drüse, welche 7—10 Linien lang, 3—4½‴ breit und 1½—2½‴ dick ist und durch fünf Oeffnungen an der unteren Fläche der Zungenspitze ausmündet. N. Wardt[4] fand an dieser Stelle einmal eine unpaarige Drüse; sie war quergelagert, ⅓″ breit und ⅛″ lang und mündete mit 3 feinen Ausführungsgängen.

Ferner findet sich am Zungenrande lateralwärts neben dem Styloglossus eine mittlere und eine constantere hintere Gruppe, deren Mündungen sich dicht am Zungenrade oder seltener am Boden der Mundhöhle befinden.

Die Drüsen der Zungenwurzel bilden unter dem hinteren papillenlosen Theil der Schleimhaut eine zusammenhängende bis 6 Millim. mächtige, zum Theil in die Muskulatur eingesenkte Schichte[5]. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen münden beim Neugebornen am Grunde zwischen den Wülsten, beim Erwachsenen jedoch in einzelnen Fällen in die sogenannten Cryptae der Zungenwurzel, welche nach Salter[6] Reservoirs für die traubenförmigen Drüsen vorstellen. Manche dieser Reservoirs ziehen sich nach Salter als längliche, mitunter verzweigte Gänge ½—¾″ unter der Oberfläche hin und nehmen an verschiedenen Stellen Ausführungsgänge der Schleimdrüschen auf.

In der Wand dieser sogenannten Cryptae der Zungenwurzel liegen nach Kölliker[7] geschlossene, mit Lymphkörperchen erfüllte Follikel. Jede dieser sogenannten Balgdrüsen der Zunge, welche in ihrem Grunde den Ausführungsgang einer acinösen Schleimdrüse aufnimmt, ist nach Kölliker eine dickwan-

1) Kölliker, Beiträge zur Anatomie der Mundhöhle. Würzburger Verhandl. Bd. II. S. 169.
2) Anat. topogr. Paris 1834. S. 175.
3) A. Nuhn, Ueber eine bisjezt noch nicht näher beschriebene Drüse im Innern der Zungenspitze. Mannheim 1845.
4) N. Wardt l. c. 5) Henle, Splanchnologie, S. 141.
6) Todd's Cyclop. S. 1140.
7) Beiträge zur Anatomie der Mundhöhle. Würzburger Verhandlungen, Bd. II, 177.

dige Kapsel, die aussen von einer Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung des Mundhöhlenepithels ausgekleidet wird. Zwischen beiden liegen in einer zarten, faserigen, gefässreichen und an der freien Fläche papillösen Grundlage in zusammenhängender, meist einfacher Schichte eine Anzahl geschlossener Lymphfollikel von 0.1—0.25 Millim. Durchmesser.

Huxley[1] hat im Allgemeinen die Richtigkeit der von Kölliker gegebenen Beschreibung der Drüsen der Zungenwurzel bestätiget; doch fand er die Ausstülpungen der Schleimhaut nicht von geschlossenen Follikeln, sondern von einem indifferenten, zellenhaltigen und von Capillargefässen durchzogenen Gewebe umgeben. Sappey[2] hat nur die in die Crypten mündenden acinösen Drüsen, aber keine geschlossene Follikel gesehen; während ferner Sachs[3] das Vorkommen von Follikeln in der Wand der Balgdrüsen entschieden in Abrede stellt, halten Franz Gauster und Eckard[4] in allen Puncten die Angaben von Kölliker aufrecht.

Auch Gerlach[5] fand die Bälge in den Wandungen einzelner Zungenbälge.

Ganz verschieden lauten die Schlüsse, zu denen Arthur Böttcher[6] über den fraglichen Punct gelangte. Er fand:

1) dass es Zungen giebt, die keine sogenannten Balgdrüsen besitzen,

2) dass das Auftreten exquisiter Bälge mit nachweisbarer Erkrankung der Schleimhaut zusammenfällt,

3) dass zwischen beiden Fällen Mittelstufen vorhanden sind, die es oft schwer machen, zu entscheiden, ob man eine hügelige Erhebung der Zungenschleimhaut mit einem Drüsenkanal in der Mitte für eine Balgdrüse zu halten habe oder nicht.

Demgemäss hält er dafür, dass 1) an normalen Zungen keine Balgdrüsen existiren, 2) dass sich dieselben durch krankhafte Schwellung in der Umgebung der Schleimdrüsengänge bilden, und dass somit die in jenen enthaltenen Follikel pathologische Neubildungen vorstellen.

Ich kann die von Böttcher gemachte Angabe, dass es Zungen giebt, an denen keine Balgdrüsen vorkommen, bestätigen und hinzufügen, dass in solchen Fällen an der Zungenwurzel gerade so wie im lockeren Gewebe des wei-

---

1) Huxley: On the ultimate structure and relations of the malpigh. bodies of the spleen and tonsillar follicles. Microscop. Journal, vol. II, S. 74.

2) Recherches sur la structure des amygdales et des glandes situées sur la base de la langue. Comptes rendus 1855, Nr. 22.

3) Sachs: Observationes de linguae structura penitiori. Vratislav 1856; und: Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln. Archiv von Reichert und Du Bois-Raimond 1859, S. 196.

4) G. Eckard: Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Tonsillen, Virchow's Archiv Bd. XVII, S. 171.

5) Gerlach: Handbuch der Gewebelehre, 1854, S. 297.

6) Arthur Böttcher: Einiges zur Verständigung in Betreff der Balgdrüsen an der Zungenwurzel. Virchow's Archiv, Bd. 18. S. 190—220.

chen Gaumens, der Uvula und der oberen Pharynxwand die Schleimhaut an wandelbaren Stellen und in verschiedener Ausdehnung mit Lymphkörperchen infiltrirt gefunden wird. Diesen infiltrirten Partien mangelt eine deutliche Begrenzung, eine Kapsel.

Die in der Mehrzahl der Fälle vorkommenden platten, linsenförmigen Höcker der Zungenwurzel des Erwachsenen sind nichts anderes, als Schleimhautpartien, in denen conglobirte Drüsensubstanz eingelagert ist. Die centrale Oeffnung, die sich an ihnen findet, stellt den Eingang zu einer grubigen Vertiefung vor, welche ebenso wie die Erhabenheiten selbst mit geschichtetem Pflasterepithel bekleidet ist.

An der Zungenwurzel des Neugebornen besitzt die Schleimhaut keine Balgdrüsen und zeigt nur hie und da in den oben beschriebenen Wülsten, zwischen denen die Schleimdrüsen ausmünden, sowohl an der Basis der hier vorkommenden Papillen, als auch im Gewebe der Mucosa vereinzelte, kleinere oder grössere Gruppen von zelligen Elementen.

Das am absteigenden Theile der Zunge, jedoch nicht immer (nach Bochdaleck junior[1] 13 mal unter 50 Fällen) — vorkommende foramen coecum setzt sich nach Bochdaleck jun. entweder mit seinem Boden oder seiner hinteren Wand mit einer grösseren oder kleineren Oeffnung nach rückwärts in die Muskelsubstanz der Zunge in einen einfachen oder getheilten, blindendigenden Ductus excretorius linguae fort, sogenannt, weil er den gemeinschaftlichen Ausführungsgang einer grösseren Menge von Schleimdrüsen repräsentirt. Das Epithel des Foramen coecum ist ein gewöhnliches Uebergangs-, das des Ductus excretorius, sowie seiner blinddarmförmigen Anhänge ein cylindrisches Flimmerepithel. Das Foramen coecum wird nach Bochdaleck nicht durch eine tiefere Versenkung der hintersten Papilla vallata gebildet.

Ueber die Lymphgefässe der Zunge wissen wir durch Sappey[2], dass von den dichten Lymphgefässnetzen der Schleimhaut zarte Gefässe in die Papillen einziehen und ein oberflächliches Netz bilden. Nach Teichmann[3] bilden die auf die Mucosa und Submucosa beschränkten Lymphcapillaren ein Netzwerk mit stärkeren Röhren nach unten und feineren nach oben.

In die Papillae filiformes treten aus einem Kranzwerke von Lymphcapillaren einzelne blindendigende Gefässe in die eigentlichen Papillen. An der Basis der Papillae fungiformes findet sich wieder ein Kranzgeflecht und in den Papillis circumvallatis kommen die Lymphcapillaren sowohl am umgebenden Walle, als in den Papillen selbst vor.

Die Muskelfasern der Zunge sind vertikale, quere[4] und logitudinale — die ersteren gehören dem Musculus perpendicularis an der Spitze, dem Genioglossus in der Mitte, dem Lingualis und Hyoglossus an den Seiten an. — Zwi-

1) Bochdaleck jun.: Ueber das foramen coecum der Zunge, Oesterreichische Zeitschr. für Heilkunde No. 36—46. 2) Sappey: Compt. rend. 1847, S. 26.

3) Teichmann: Das Saugadersystem vom anatom. Standpuncte, Leipzig 1861, S. 113.

4) Salter: Todds Cyclop. S. 1125 und Kölliker l. c. p. 169.

schen diese senkrecht verlaufenden Bündel dringen die des Transversus linguae — und zum Theil auch des Styloglossus — vom Septum gegen den Seitenrand, für jede Zungenhälfte besonders durch.

Endlich der Schleimhaut zunächst verlaufen die longitudinalen Muskelfasern, welche vom Longitudinalis superior und inferior, sowie dem grösseren Theile des Styloglossus entstammen. — Es ist im Allgemeinen zu merken, dass die senkrecht aufsteigenden, sowie die querverlaufenden Bündel überall zwischen denen der longitudinalen Muskelfasern in die Schleimhaut eindringen und dabei, während sie zwischen letzteren verlaufen, dünner werden.

Sie kreuzen sich vor dem Eintritte zwischen die longitudinalen Fasern, als auch, nachdem sie zwischen diesen herausgekommen sind, beim Eintritte in die Schleimhaut untereinander.

Auch von den longitudinal verlaufenden Muskelfasern zweigen sich einzelne Bündelchen und Fasern ab, um in die Schleimhaut einzutreten.

Bei der Katze sind die Papillae filiformes in der Mitte der Rückenfläche am besten ausgebildet, sie sind hier sehr zahlreich und je in eine oder mehrere nach rückwärts gekrümmte hornige Spitze ausgezogen. Von der Mittellinie gegen die Ränder des horizontalen Theiles werden sie rasch kleiner und sind am Rande selbst mit freiem Auge fast nicht mehr zu finden, so dass hier nur mehr die Papillae fungiformes, die sonst über die Rückenfläche des horizontalen Theiles zwischen den Filiformibus ziemlich gleichmässig vertheilt sind, als weissliche Knöpfe in ziemlich grossen Abständen hervorragen. Nur am vordersten Theile sind die Papillae filiformes auch über die Ränder und auf die untere Fläche der Zunge eine kurze Strecke weit verbreitet. — Am Rande jenes Theiles der Zunge, der der Grenze des horizontalen und absteigenden Abschnittes entspricht, machen sich jederseits 10—15 hintereinander stehende cylindrische, oben kolbig angeschwollene Papillae filiformes bemerkbar, von denen die mittleren grösser sind (3 Millim.) als die vorderen und hinteren (1 Millim.). Nach rückwärts bis zur Wurzel der Zunge nehmen die Papillae filiformes an Zahl und Grösse ab und stellen an der Wurzel vereinzelte, sehr breite, in einen kurzen weichen, nach abwärts gekrümmten Stachel ausgehende Hervorragungen vor.

Beim Kaninchen finden sich auf der Rückenfläche bis an den absteigenden Theil der Zunge und auch am obersten Abschnitte dieses nur gleichförmige, dicht bei einander stehende Papillae filiformes, die am Rande der Zunge fehlen, mit Ausnahme jener Stellen, wo der horizontale in den absteigenden übergeht. An der bekannten, weisslichen, längsovalen Erhabenheit der Kaninchenzunge sind die Papillen etwas grösser als an den übrigen Partien der Rückenfläche. Hinter dieser Erhabenheit ist die Zungenschleimhaut an ihrer Oberfläche glatt bis auf zwei anscheinend den Papillis vallatis angehörende kleine, regelmässig zur Seite der Medianlinie stehende Prominenzen.

An der Grenze zwischen dem horizontalen und absteigenden Theile findet sich randständig jederseits eine leicht deprimirte, halbkreisförmige Stelle, deren Peripherie fast den hinteren Theil der ovalen Erhabenheit tangirt. Die Oberfläche derselben ist nicht glatt, sondern mit zierlichen, parallelen, senkrecht aufstehenden Fältchen bedeckt; an wenigen von ihnen ist hie und da eine Papilla filiformis zu sehen.

Diese so geartete Partie, sowie die oben erwähnten Fältchen am Seitenrande der menschlichen Zunge und die an der Grenze zwischen horizontalem und absteigenden Theile der Katzenzunge vorkommende Papillengruppe entspricht der

von Weber[1] und besonders von J. C. Mayer[2] für viele Säugethiere als besonderes Organ angeführten Papilla lingualis foliata.

Die Papillen der Kaninchenzunge sind anscheinend wesentlich niedriger als beim Menschen, weil das Epithel zwischen ihnen keine so grossen Vertiefungen zeigt.

Die Stärke des Epithels nimmt von vorne nach rückwärts und den Seiten ab, wird jedoch hinten an der ovalen Erhabenheit ebenso tief wie in der Nähe der Zungenspitze.

Die Mucosa ist in ihrem Baue nicht abweichend von der der menschlichen Zunge. Ihre Dicke nimmt von der Spitze gegen die ovale Erhabenheit ab.

An der Zungenwurzel bilden die Bündel der unter der Mucosa liegenden Muskeln ein rechtwinkeliges Balkenwerk, in dessen Loculis die Läppchen der acinösen Drüsen gelagert sind. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen durchbohren senkrecht zur Oberfläche die Mucosa. Zwischen und um die Drüsenläppchen sind zahlreiche, kleine Haufen von Lymphkörperchen zu treffen. — An der deprimirten, halbkreisförmigen Stelle des Zungenrandes ist das geschichtete Pflasterepithel an der Kante der einzelnen Falten viel schwächer als an ihrer Seite. Die Höhe der Falten beträgt 0.45 Millim., in sie ragt die Schleimhaut in Form eines scharfkantigen Daches hinein.

In den Furchen, welche zwischen den Falten liegen, münden die Ausführungsgänge grosser, acinöser Drüsen, deren Verhältniss zu den Muskeln ein ähnliches ist, wie das oben von den Drüsen der Zungenwurzel angegebene. Am Grunde der Falten enthält die Mucosa eine auffallende Menge von Nervenstämmen, deren Nervenfasern alle markhaltig sind.

Der Tranversus linguae zeigt insoferne eine Abweichung, als er von der Medianlinie der oberen Fläche zur unteren Fläche zieht, so dass seine Bündel Bögen beschreiben, die gegen den Zungenrand an Länge abnehmen.

An der Froschzunge sind die Papillae filiformes fast über die ganze Rückenfläche verbreitet. Gegen die hinteren Hörner nehmen sie an Zahl und Grösse ab und hören noch vor der Spitze derselben auf; ebenso bleibt am ganzen Seitenrande eine 2—3 Millim. breite Zone der Rückenfläche frei. Ganz so verhalten sich die Fungiformes.

Am zahlreichsten und grössten sind beide Formen am vorderen Theile der Rückenfläche. — Die Papillae filiformes sind dünn uud lang, gegen die Hörner der Zunge etwas breiter. Das Epithel ist sowie in der ganzen Mundhöhle ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel mit Ausnahme der Papillenspitzen, wo die obersten Zellen kurze, flimmerlose Cylinder sind[3]. Hartmann sowie Hoyer[4] konnten den von Billroth[5] und Axel Key angeführten Zusammenhang der Fortsätze der Cylinderepithelien der Papillen mit Bindegewebskörperchen nicht nachweisen.

An der unteren Fläche der Zunge ist das Epithel nur aus 2 oder 3 Lagen Pflasterzellen gebildet, deren oberste Zellen auch an vereinzelten Stellen Flimmer tragen.

In den Papillis fungiformibus liegt central ein aus dunkelrandigen Fasern bestehender Nervenstamm, an der Peripherie das Capillarnetz, das in ein centrales Gefäss mündet und endlich peripher jederseits Muskelfasern, die in ihrem Laufe

1) Weber in Hildebrandt's Lehrbuch der Anatomie. 4. Aufl. Bd. IV. S. 150.

2) J. C. Mayer; Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie etc. Bonn 1842. S. 25.

3) Leydig: Histologie 1857, S. 307. Axel Key: Reichert's und Du Bois, Archiv 1861, S. 228. Hartmann: ebendaselbst 1863, S. 634.

4) Hoyer: Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches, Reichet's und Du Bois Archiv 1859, S. 501.

5) Ueber das Epithel der Froschzunge, Müller's Archiv 1859, S. 159.

nach aufwärts oftmalige Theilungen erleiden. Ausser in Fungiformes[1] ziehen auch in einzelne Papillae filiformes quergestreifte Muskeln ein, sie sind hier jedoch selten bis zur Spitze zu verfolgen.

Die Drüsen der Froschzunge sind über die ganze Rückenfläche derselben nahezu gleichmässig vertheilt und stehen am vorderen Theile dem Typus der acinösen Drüsen näher als am hinteren. Die Ausführungsgänge, namentlich des vorderen Theils tragen seitlich und terminal halbkugelige Ausbuchtungen, oder sie verlaufen stark gewunden und sind dann tiefer zwischen Muskeln eingebettet. Im Allgemeinen werden sie nur an ihrem Grunde von Muskeln umzogen.

Die Drüsen sind mit Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen in den tieferen Acinis kurze Cylinder vorstellen. Einzelne Cylinderzellen tragen in der Nähe der Mündung zuweilen auch Flimmerhaare.

An dem hinteren Theile der Rückenfläche, besonders an den hinteren Fortsätzen der Zunge sind die Drüsen kürzere oder längere Schläuche, die zumeist an ihrem Grunde flaschenförmig angeschwollen oder unregelmässig ausgebuchtet sind. Auch hier stecken sie mit ihrem Grunde zwischen Muskeln, welche aus der Tiefe heraufziehen und die Drüsenschläuche verschieden weit gegen die Oberfläche begleiten. Das auskleidende Cylinderepithel verhält sich ebenso wie an den Drüsen des vorderen Theiles.

Theilungen von Muskelfasern kommen ausser beim Frosch in ausgezeichneter Weise sowie beim Triton, Kalb, Fledermaus, beim Schafe, der Ziege und Katze, auch beim Menschen vor. Bei letzterem sah Rippmann[2] wie einfache Muskelfasern in zwei, drei, ja vier ziemlich lange Aeste auslaufen.

An den Aesten des Glosso-pharyngeus und des Ramus lingualis finden sich nach Remak[3] mikroskopische Ganglien und soll nach demselben Forscher ein ähnliches Verhältniss zwischen Drüsen und Ganglien der Zunge bestehen, wie zwischen der Glandula submaxillaris und dem Ganglion submaxillare.

B. Pharynx.

Mit dem Pharynx fängt der Verdauungstractus selbständig zu werden an, indem jener namentlich in seinem unteren Theile zu einem wahren Schlauche gestaltet ist. Zugleich sondert er sich deutlich in Schleimhaut, Muskelschichte und äussere Faserschichte.

Das Epithel der Schleimhaut ist ausser dem an die Nasenhöhle grenzenden Theile ein geschichtetes Pflasterepithel. Nach Schmidt[4] erstreckt sich dieses bis an den hinteren Rand der sogenannten Pharynxtonsille, auf deren vorderem Abschnitte bis gegen die Mündungen der Eustachischen Röhren ein cylindrisches Flimmerepithel sitzt.

Die Ausbreitung des letzteren ist in der fraglichen Region beim neugebornen Kinde am grössten; es erstreckt sich nämlich über den ganzen oberen

---

1) Waller; Physiologie transact. 1847.

2) Th. Rippmann: Ueber das Vorkommen von Theilungen der Muskelfasern in der Zunge der Wirbelthiere und des Menschen. Henle und Pfeifer's Zeitschrift 3. Reihe, Bd. 14, S. 200.

3) Remak: Ueber die Ganglien der Zunge bei Säugethieren und Menschen, Müller's Archiv 1852, Heft I, S. 58.

4) Schmidt, l. c.

Theil des Pharynx, der unter dem Namen Cavum pharyngo-nasale bekannt ist. Beim Erwachsenen hingegen reicht es nie über das obere Drittel herab. Uebrigens ist Epithel wie Mucosa den gleichnamigen Gebilden des weichen Gaumens analog gebaut.

Die freie Oberfläche [1] des sich zwischen den Mündungen der Ohrtrompeten ausbreitenden, vom hinteren Ende des Daches der Nasenhöhle bis herab gegen den vorderen Rand des Foramen occipitale magnum reichenden Gebietes der Pars nasalis des Schlundkopfes zeigt in der Mehrzahl eine exquisite Zerklüftung in longitudinaler Richtung, wodurch von tiefen Spalten getrennte Blätter oder leistenartige Vorsprünge entstehen, die theilweise unter Bildung eines netzartigen Gefüges wieder unter einander zusammenfliessen; häufig macht sich eine flach-hügelige Oberfläche bemerklich, die in wechselnder Anzahl von kürzeren, oft unregelmässig verzogenen Spalten durchbrochen ist. An diesen Wülsten zeigen sich zahlreiche, weissliche, mohnsamengrosse Knötchen; ausserdem eine bedeutende Menge rundlicher Poren, welche theils als Ausbuchtungen der Schleimhaut in vereinzelte Balgdrüsen, grösstentheils aber als Mündungen ebenso vieler acinöser Drüsen erkennbar sind.

Eine nicht ausnahmslos vorkommende grössere Mündung findet sich an der unteren Hälfte der Medianlinie des Schlundkopfgewölbes; sie ist der Eingang zu der zum Körper des Hinterhauptbeines emporsteigenden Ausstülpung des Schlundkopfgewölbes, welche gewöhnlich von acinösen Drüsen umlagert, bisweilen auch seitlich von einem Muskel umgeben ist und von J. C. Mayer Bursa pharyngea genannt wurde.

Die Schleimhautwülste des Schlundkopfgewölbes, so wie auch die Wände dieser Bursa bestehen aus sehr lockerem, gefässreichen, mit Lymphkörperchen infiltrirten Gewebe, das stellenweise den Bau zeigt, wie wir es am weichen Gaumen in zahlreichen Orten gesehen haben. An den Stellen jedoch, wo sich die Knötchen bemerkbar machen, ist die Schleimhaut in grösserer oder geringerer Ausbreitung von adenoider Structur, dicht mit Lymphkörperchen erfüllt. Diese infiltrirten Stellen, obgleich ganz so gebaut, wie die Lymphfollikel haben ebenso wie die betreffenden Stellen an der Zungenwurzel, wo sie spärlicher und kleiner sind, niemals eine deutliche Begrenzung. Luschka [2] hat die seit Lacauchie [3] näher bekannte Partie unter dem Namen der Tonsilla pharyngea zusammengefasst. Luschka ist nämlich mit Kölliker der Ansicht, dass es ein Aggregat von Lymphdrüsen sei. Henle [4] dagegen fasst sie als conglobirte Drüsensubstanz auf. Sie stellen eine 8 Millim. dicke Masse dar, welche sich zwischen den Mündungen der Ohrtrompeten vom hinteren Ende des Daches

---

1) Luschka: das adenoide Gewebe der Pars nasalis des menschlichen Schlundkopfes. Archiv für wissensch. Anatomie von Max Schultze. IV. Bd. I. Heft, Seite 5—9.

2) Luschka: Anatomie des Menschen. Tübingen 1862, Bd. I, Abschn. I.

3) Traité d'hydrotomie 1853, tab. II, Fig. 10.

4) Henle: Splanchnologie, S. 146.

der Nasenhöhle an in einer durchschnittlichen Länge von 3 Centim. ausdehnt. Das Drüsengewebe ist grösstentheils in Blätter gesondert, welche durch tiefe Spalten geschieden sind, oder es ist vorwiegend deutlich in runde Bälge angeordnet, deren durchschnittlich 1 Millim. dicke Wände von Flimmerepithelien ausgekleidete Höhlen umschliessen, in welche sich die Schleimhaut durch verhältnissmässig enge Oeffnungen fortsetzt. — Das Gewebe der Schleimhaut unterscheidet sich somit am Schlundgewölbe dadurch von dem des unteren Theiles, dass dasselbe auf grosse Strecken den Charakter von Lymphdrüsengewebe zeigt.

Im mittleren Drittel des Pharynx ist die Schleimhaut, obwohl seltener als im oberen, ebenfalls mit zahlreichen, zelligen Elementen erfüllt, die entweder unregelmässig zerstreut oder in dichteren Gruppen in einem gefässreichen Stroma liegen.

Beim Kinde zeigt die Schleimhaut eine grosse Menge von oblongen, kernartigen Elementen, die in spitze Fortsätze ausgezogen sind und mit diesen zwischen den Fasern des Gewebes eingreifen. Es ist dies ein Verhältniss, welches an verschiedenen Stellen der bisher beschriebenen Schleimhautpartien anzutreffen ist und scheint demgemäss einem jugendlichen Zustande des Gewebes zu entsprechen. — Da, wo ein geschichtetes Pflasterepithel vorhanden ist, ragt die Mucosa mit zahlreichen, an der Basis engen, oben aufgetriebenen Papillen bis in die halbe Höhe desselben hinein; da wo sich im Schlundkopfgewölbe geschichtetes, flimmertragendes Cylinderepithel findet, fehlen aber die Papillen.

Die mächtigen Gefässe bilden unter dem Epithel ein Netz und senden feinere Aeste aus, die entweder parallel zur Oberfläche eine kürzere oder längere Strecke unter dem Epithel hinziehen oder hart unter demselben in Schlingen umbiegen. Beim Erwachsenen finden sich im mittleren Drittel und besonders im unteren Theile desselben ziemlich regelmässige, zahlreiche Papillen, während sie im oberen Theile theils mangelhaft entwickelt sind, theils gänzlich fehlen; im unteren Drittel hingegen sind die Papillen stattlich und zahlreich.

Beim Kinde finden sich die Papillen nur schwach angedeutet, entweder in Form von leichten Einbiegungen der Schleimhaut in das Epithel oder in der Weise, dass besonders an den faltenreichen Stellen Bindegewebsstränge mit Gefässen als spitz zulaufende papilläre Erhabenheiten eine wechselnde Strecke weit in das Epithel eindringen.

Gegen die Muskelhaut zu wird das Gewebe der Schleimhaut lockerer — submucöses Gewebe —, die Bündel, die zu grösseren oder kleineren Maschen zusammenhängen, ziehen im oberen und mittleren Drittel in horizontaler Richtung oder schief nach hinten und aussen zwischen den Bündeln der Muskelschichte zur äusseren Faserlage, sowie umgekehrt von dieser einzelne Bündel schief nach innen und unten zwischen den Muskeln in die Submucosa eindringen und sich innerhalb derselben longitudinal nach abwärts verlieren. Im unteren Drittel verlaufen die Bündel der Mucosa nach verschiedenen Richtungen, aber die der Submucosa in ausgesprochener Richtung nach abwärts.

Die acinösen Drüsen des Pharynx bilden besonders im mittleren und im unteren Theile des oberen Drittels stellenweise eine zusammenhängende Schichte, deren Ausführungsgänge mit breiter Oeffnung münden. Die einzelnen Drüsen sind oval, mit ihrem langen Durchmesser parallel zur Längsaxe gestellt. Im unteren Drittel nehmen die Drüsen an Menge bedeutend ab, so dass deren anfangs noch vereinzelte, am untersten Ende gar nur an sehr seltenen Stellen angetroffen werden.

Die Breite der Mucosa ist je nach der Stärke der Drüsenschichte wechselnd, im unteren Drittel nimmt sie übrigens gegen den Oesophagus zu an Stärke ab. Die grossen Nervenstämme liegen in der Submucosa und verlaufen zumeist longitudinal; ihre Zweige bilden ein tiefes und ein oberflächliches Netz, in welch letzterem von Remak[1] und Billroth auch mikroskopische Ganglien gesehen wurden.

Die Lymphgefässe des Pharynx sind zahlreich, ihr Netzwerk steht nach Teichmann[2] mit dem der Nase, der Mundhöhle, der Luft- und Speiseröhre in directem Zusammenhange.

Die äussere Faserlage der hinteren Pharynxwand, die von der Schädelbasis entsprungen nach abwärts zieht und in der Medianlinie einen am Tuberculum pharyngeum entspringenden Sehnenstreifen eingewebt enthält, besteht zumeist aus stärkeren, mit einander parallel laufenden Bündeln fibrösen Gewebes, und einer wandelbaren Beimengung von feineren und breiteren elastischen Fasern. Ueberall ziehen mit den zwischen die Muskeln eindringenden Gefässen und Nerven-Bindegewebsbündel in schiefer Richtung nach abwärts in das submucöse Gewebe ein, bilden auf diesem theils unter einander, theils mit dem aus dem submucösen Gewebe nach aussen ziehenden Bündeln Maschenräume für die Muskeln des Pharynx, und geben die secundären Septa für die kleineren Muskelbündelchen ab.

Die Muskelschichte der hinteren und zum Theil seitlichen Pharynxwand zeigt eine äussere, im Wesentlichen ringförmige und eine innere longitudinale Lage; die erstere wird gebildet durch die Constrictores pharyngis, die letztere durch den Stylopharyngeus und Thyreo-pharyngo-palatinus[3], von dessen pars pharyngo-palatina jedoch einzelne Bündel auch horizontal verlaufen, indem sie mit den gleichnamigen Bündeln der entgegengesetzten Seite an der hinteren Pharynxwand in einem nach abwärts convexen Bogen zusammenfliessen.

Besonders im untersten Theile des Pharynx zweigen sich von den innersten Muskelbündeln einzelne kleinere Bündelchen ab, um in schiefer Richtung nach abwärts in die Mucosa einzudringen und hier zu endigen.

Die Schleimhaut des Pharynx, welche an der hinteren Fläche des Larynx

1) Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohres. Müller's Archiv, 856, S. 189. Prioritätsstreit mit Meissner, in welchem angeführt wird, dass Remak schon 840 an den Zungen und Schlundästen des Glossopharyngeus Ganglien gefunden.

2) l. c.

3) Luschka, Virchow's Archiv, Bd. 42, Seite 485.

durch kurzes Zellgewebe angeheftet ist, zeigt denselben Bau, wie im untersten Drittel der hinteren Wand.

Die Drüsen sind hier ebenfalls länglich, bilden oben eine fast zusammenhängende Schichte, nehmen jedoch nach abwärts an Menge so ab, dass man gegen die vordere Oesophaguswand nur selten mehr eine antrifft. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen haben einen schief nach abwärts gerichteten Verlauf, so dass man an Querschnitten noch zahlreiche Ausführungsgänge findet, wo keine Drüsen mehr zu sehen sind. Sie sind unter dem Epithel etwas weiter und besitzen hier zu innerst eine Reihe prachtvoller, cylindrischer, nach aussen 2—3 Reihen kleiner rundlicher Zellen mit relativ grossen Kernen.

Fettzellenhaltiges Gewebe findet sich im Pharynx des erwachsenen Menschen in grösserer Menge zwischen den Muskelbündeln und zwischen den Drüsen der Schleimhaut, welche der hinteren Fläche des Larynx anliegt.

C. Oesophagus.

Von der Gegend des unteren Randes des Ringknorpels angefangen bis nach dem Durchtritte durch das Foramen oesophageum erstreckt sich der vollkommen geschlossene Schlauch der Speiseröhre. Im leeren Zustande legt sich die durch lockeres Gewebe mit der Muskelschichte zusammenhängende Schleimhaut in parallele, longitudinale Falten.

Beim Menschen ist dieser Schlauch von einem geschichteten Pflasterepithel ausgekleidet. —

Die Zellformen sowie die Anordnung der Elemente bleiben hier dieselben wie im unteren Theil des Pharynx.

Durch die mit dem Oesophagus beginnende Muscularis mucosae wird ein zwischen dieser und dem Epithel liegender Theil des Oesophagus, die Mucosa, von dem zwischen der Muscularis mucosae und Muscularis externa gelegenen stärkeren Abschnitte, dem submucösen Gewebe, abgetheilt.

Die Mucosa zeigt beim neugebornen Kinde [1] an zahlreichen Stellen den Bau des adenoiden Gewebes. — An anderen Stellen wieder finden sich zwischen spärlichen, aus dem äusseren Theil der Schleimhaut stammenden Bindegewebsfasern zahlreiche, meist longitudinal unter dem Epithel verlaufende Gefässe.

Beim Erwachsenen dringen die Bündel der longitudinal verlaufenden Bindegewebsfasern aus der Submucosa zwischen den Bündeln der Muscularis mucosae nach innen, laufen da wellenförmig und parallel neben einander oder sie bilden Maschen. — Stets findet sich zwischen ihnen eine grosse Menge von zelligen Gebilden.

Die Oberfläche der Schleimhaut ragt beim Erwachsen mit sehr zahlreichen, kegelförmigen 0.3—0.5 Millim. langen Papillen in das Epithel hinein.

---

1) E. Klein. Ueber die Vertheilung der Muskeln des Oesophagus etc. Sitzungsbericht der. k. k. Wiener Akademie der Wissenschaft. Maiheft 1868.

Beim Kinde finden sie sich nur in Form von kleinen Einbiegungen der Grenzlinie des Epithels angedeutet.

Die Muscularis mucosae besteht aus longitudinal verlaufenden glatten Muskelfaserbündeln, welche am obersten Theile nur schwach entwickelt und durch grössere Mengen von Schleimhautgewebe von einander getrennt sind; nach unten werden sie grösser und rücken zugleich näher an einander, so dass die Muscularis mucosae im unteren Theile eine zusammenhängende Muskelmasse darstellt.

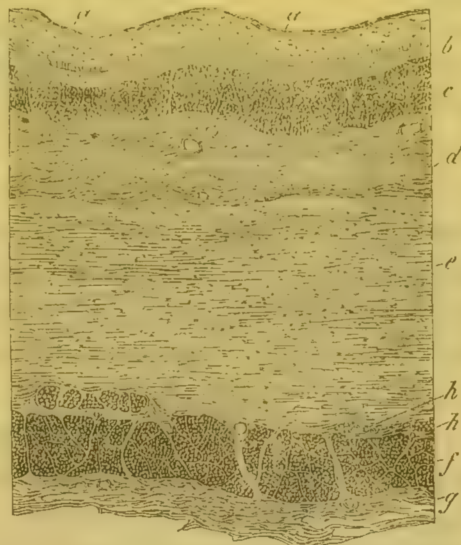


Fig. 105. Querschnitt durch den untersten Theil des kindlichen Oesophagus. *aa* Epithel. *bb* Mucosa. *c* Muscularis mucosae. *d* submucöses Gewebe. *e* Ringsmuskelschichte. *f* Längsmuskelschichte. *g* äussere Faserlage. bei *h* Auerbach'sche Ganglien.

Die Septa der einzelnen Bündel hängen mit der Mucosa und dem submucösen Gewebe innig zusammen.

Die Dicke dieser Muskellage ist an der vorderen Wand des Oesophagus im Allgemeinen etwas grösser als an der hinteren. — Das submucöse Gewebe übertrifft die Mucosa um etwa das Vierfache an Mächtigkeit und besteht aus longitudinal und parallel neben einander laufenden Bündeln von Bindegewebsfasern und immer wechselnden Mengen von feineren und breiteren elastischen Fasern. In diesem lockeren Gewebe finden sich die aus der Muscularis externa eindringenden Gefäss- und Nervenstämme, welche letztere schief gegen die Muscularis mucosae vordringen. Die Bündel des äusseren Theiles des submucösen Gewebes hängen mit der äusseren Faserhaut innig zusammen und bilden auf diese Weise die Septa der Bündel der Muscularis externa.

Acinöse Drüsen kommen sehr selten und nur vereinzelt vor, sie finden sich an der hinteren Wand des Oesophagus noch viel seltener als an der vorderen, in welcher sie von oben gegen die Mitte im Allgemeinen an Zahl ab- und von da abwärts wieder etwas zunehmen. Sie sind klein, oval, mit ihrem Längsdurchmesser parallel zur Längsaxe gestellt, liegen in dem submucösen Gewebe hart an der Muscularis mucosae, durchbohren diese mit ihren Ausführungsgängen in schiefer Richtung nach abwärts und münden an der Oberfläche des Epithels mit verengertem Lumen.

Die Muscularis externa besteht beim Menschen aus einer äusseren Längs- und einer inneren, ringförmig verlaufenden Schichte. Erstere entwickelt sich in drei Abtheilungen, [1] die mittlere und bei weitem stärkere von einer dreiseitigen, an der hinteren Fläche des Ringknorpels haftenden elastischen Membran,

1) Henle, Splanchnologie S. 149.

die beiden seitlichen, welche zum Theil innerhalb der Ringsschichte des Oesophagus eine kurze Strecke herabsteigen, aus dem elastischen Strange, in welchem ein Theil des Thyreo-pharyngo-palatinus endet. Die Längsfaserhaut erhält in ihrem weiteren Verlaufe Verstärkung durch den Musculus broncho-oesophageus [1]. Die Ringsfaserhaut löst den paaren Musculus crico-pharyngeus ab und wird in der Brusthöhle durch den Musculus pleuro-oesophageus [2] verstärkt. Die Ringsschichte nimmt gegen abwärts immer an Breite zu, während die Längsschichte, die im ersten Viertel die Ringsschichte an Breite übertrifft, unten immer mehr abnimmt.

Die äussere Muskelhaut als Ganzes ist nicht überall gleich dick; beim Erwachsenen im Mittel 1.5—2 Millim. breit, ist sie an der vorderen Wand des oberen Theiles nach Schmauser [3] stärker entwickelt als an der hinteren, nimmt dann nach abwärts an der hinteren und mehr noch an der vorderen Wand in der Weise ab, dass sie im unteren Drittel im ganzen Umfange des Rohres gleich stark entwickelt ist.

Sowohl von der inneren Rings- als auch äusseren Längsfaserhaut zweigen sich einzelne kleinere Bündelchen ab, um innerhalb der ersteren und ausserhalb der letzteren longitudinal nach abwärts zu verlaufen; besonders am untersten Viertel sind es einzelne grössere Bündel, welche sich von der Ringsschichte ablösen, um eine longitudinale Richtung einzuschlagen.

Die Sehnen der glatten Muskelbündel der Speiseröhre breiten sich nach Treitz [4] in der äusseren Faserhaut aus.

Die Fasern der Muscularis externa des menschlichen Oesophagus sind im ersten Viertel zum grössten Theile quergestreift. Es sind nur neben ihnen bald aussen von der Längsfaserhaut Bündel längslaufender, bald in der Ringsfaserhaut Bündel querlaufender, bald zwischen den Fasern der Ringsschichte Bündel längslaufender, glatter Muskelfasern anzutreffen.

Im zweiten Viertel treten die glatten Muskelfasern schon in solcher Menge auf, dass sie die quergestreiften bald verdrängen und zwar prävalirt ihre Menge im zweiten Viertel an der vorderen Wand in der Längs-, an der hinteren in der Ringsfaserhaut. Die Muscularis externa in der unteren Hälfte besteht nur aus glatten Fasern. Nach aussen ist die Muskelhaut von einer Faserlage begrenzt, die aus Bindegewebe und elastischem Gewebe mit prävalirender Längsrichtung zusammengesetzt ist.

Die Nervenstämme bilden zwischen Rings- und Längsfaserhaut stellenweise, besonders im unteren Viertel, eine fast zusammenhängende Schichte, durchbohren mit ihren Aesten die Ringsschichte, um in das submucöse Gewebe zu gelangen; in den zwischen Rings- und Längsschichte verlaufenden

1) Hyrtl: Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien 1844, S. 115 und Treitz: Prager Vierteljahresschrift 1853, Bd. I.

2) Hyrtl l. c. 3) Schmauser: Dissertatio inaug. 1866.

4) Treitz l. c.

Nervenstämmen finden sich zwischen den Nervenfasern theils einzelne, von einer kernhaltigen Kapsel umschlossene Ganglienzellen, theils durch Fortsätze zusammenhängende Gruppen von Ganglienzellen; auch in der Schleimhaut sind im Verlaufe der kleineren Nervenstämme einzelne Ganglienzellen anzutreffen. Remak[1] hat an den Speiseröhren-Aesten des Vagus wirkliche Ganglien beschrieben.

Die Lymphgefässe verlaufen nach Teichmann[2] theils in der Mucosa, theils im submucösen Gewebe, bilden aber nicht ein doppeltes Capillarnetz wie im weiteren Darmrohre.

Im Oesophagus des Hundes bildet die Muscularis mucosae keine zusammenhängende Schichte wie beim Menschen, sie entwickelt sich in der Mitte des ersten Viertels aus vereinzelt auftretenden longitudinalen Bündeln, fasst dann in der unteren Hälfte an einzelnen Stellen die acinösen Drüsen zwischen sich, mit deren Ausführungsgängen einzelne Bündelchen bis nahe zum Epithel verlaufen. — Die Drüsen bilden hier eine durch die ganze Länge des Oesophagus zusammenhängende Schichte, deren Breite nach abwärts bedeutend zunimmt.

Im lockeren submucösen Gewebe liegen stellenweise Knoten eingestreut, die aus sternförmigen Netzen von elastischen Fasern zusammengesetzt sind und eine auffallend gelblich grüne Färbung haben.

Die äussere Muscularis des Oesophagus ist beim Hunde weit complicirter angeordnet als beim Menschen. Sie besteht nur in der oberen Hälfte des ersten Viertels aus einer äusseren, schwächeren Längs- und einer inneren stärkeren Ringsfaserhaut; in der unteren Hälfte des ersten und in der oberen des zweiten Viertels sind beide Schichten nahezu gleich stark und bestehen aus schief und aufeinander senkrecht verlaufenden Fasern; im untersten Theile des zweiten und im ganzen dritten Viertel ist die innere Schichte schwächer und zugleich Längsfaserhaut, die äussere stärker und Ringsfaserhaut. In der oberen Hälfte des letzten Viertels kommen stellenweise drei Schichten vor, eine innere Längs- und eine mittlere stärkste Rings- und eine äussere schwächste Längsfaserhaut; letztere aus der inneren und zum grössten Theile aus der mittleren, früher äusseren Schichte stammend. In der unteren Hälfte des letzten Viertels kommen constant drei Schichten vor: eine innere schiefe, eine mittlere stärkste quere und eine äussere schwächste, längslaufende Schichte.

Die Bündel der äusseren Muscularis haben somit keinen geradlinigen, sondern einen ausgesprochen spiralförmigen Verlauf.

Die glatten Muskelfasern treten in der Muscularis externa erst mit dem Anfange des letzten Viertels auf; sie beschränken sich aber auch da ausschliesslich auf die innere Schichte, welche erst hart über der Cardia nur aus glatten Muskelfasern besteht. Die übrigen Schichten sind bis zum Uebergange des Oesophagus in den Magen nur aus quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt.

Die Nerven sind in ähnlicher Weise wie beim Menschen angeordnet, nur ist die Menge der zwischen der inneren Längs- und der mittleren Ringsschichte verlaufenden Nervenstämme, in denen Ganglienzellen vereinzelt oder in grösserer Menge hinter einander liegend angetroffen werden, zahlreicher als beim Menschen.

Beim Kaninchen ist die Schleimhaut des Oesophagus der des Menschen,

1) Remak: Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des menschlichen Nahrungsrohres. Müller's Archiv 1858. S. 189.
2) Teichmann: das Saugadersystem l. c.

die Muscularis externa jedoch der des Hundes ähnlicher. Das geschichtete Pflasterepithel nimmt nach abwärts an Tiefe zu. Die Schleimhaut ist im Allgemeinen lockerer als beim Menschen; dort, wo eine Muscularis mucosae existirt, besteht sie aus einem inneren Theile, der gewöhnlich ein zartes Netzwerk vorstellt und aus einem weit breiteren, äusseren Theile, der longitudinal verlaufendes zu parallelen Bündeln vereinigtes, fibrilläres Gewebe enthält, das besonders nach aussen grössere Gefässstämme trägt.

Die Papillen der Schleimhaut sind im oberen Theile seltener, ungleich gross, kegelförmig mit breiter Basis; nach abwärts werden sie zahlreicher, so dass sie schon im dritten Viertel dicht neben einander stehen

Die Muscularis mucosae fehlt im Anfangstheile des Oesophagus, sie tritt erst im weiteren Verlaufe als spärliche kleine, nur aus einigen glatten Muskelfasern zusammengesetzte, longitudinal verlaufende und durch stärkere Lagen von Schleimhautgewebe auseinandergehaltene Bündel auf; erst im letzten Viertel bildet sie eine circa 0.04 Millim. breite, zusammenhängende Schichte, die von zahlreichen, zu den Papillen ziehenden Gefässen durchbrochen wird.

Acinöse Drüsen konnte ich im Oesophagus des Kaninchens nicht nachweisen. Die Muscularis externa, deren Breite im Mittel 0.85 bis 0.2 Millim. beträgt, besteht ebenso wie beim Hunde aus spiral verlaufenden Bündeln, die in folgender Weise angeordnet sind; im obersten Theile sind sie eine innere Rings- und eine äussere Längsschichte, beide nahezu gleich breit; im zweiten Viertel gehen die Rings- und Längsschichte in eine zur früheren senkrechte Verlaufsrichtung über, so dass im dritten Viertel ihre Anordnung ganz verschieden von der früheren ist; wir finden nämlich jetzt eine innere Längs-, eine mittlere Rings- und eine äussere Längsschichte. Im vierten Viertel ändert sich bloss die Breite dieser Schichten, während die Richtung dieselbe bleibt. Gegen den untersten Theil des Oesophagus nimmt die innere Schichte noch mehr ab, die mittlere und äussere aber zu. Die beiden ersten verbleiben in ihrer Richtung, die äussere hat jedoch mit dem grössten Theil ihrer Bündel eine schiefe Richtung eingeschlagen. .— Die glatten Muskelfasern treten erst im vierten Viertel und zwar zuerst in der äusseren Längsfaserschichte auf, anfangs zwar nur mit kleinen Bündeln, die aber weiter nach abwärts an Zahl und Grösse so bedeutend zunehmen, dass sie bald über die quergestreiften Muskelfasern sowohl in der äusseren Längsschichte, als auch im äusseren Theile der mittleren Ringsschichte überwiegen. Im unteren Theile des letzten Viertels lösen die glatten Muskelfasern die quergestreiften nicht einfach ab, sondern treten in grosser Menge neu auf, so dass diese äusserste Schichte an Breite die beiden anderen nahe über der Cardia übertrifft.

Ravitsch[1] hat für das Pferd, Kalb, Schwein, den Hund, die Katze und für das Kaninchen folgende Anordnung der glatten Muskelfasern gefunden:

Beim Pferde besteht die Muscularis des Oesophagus ganz aus quergestreiften Muskelfasern bis zur Verdickung desselben, etwa 20—25 Centim. über der Cardia; von hier an werden sie in der inneren Schichte der Muscularis von glatten Fasern vertreten, während sie in der äusseren Schichte eine Strecke nach der Cardia zu ihren Sitz noch behaupten.

Bei allen übrigen genannten Thieren reichen die quergestreiften Elemente in beiden Schichten des Oesophagus mehr oder weniger bis zur Cardia und endlich hören die quergestreiften Muskelfasern immer früher in der inneren als in der äusseren Schichte auf. Diesem letzten Befunde ist der meine, wie oben gezeigt wurde, am Oesophagus des Kaninchens entgegengesetzt. —

1) J. Ravitsch: Ueber das Vorkommen quergestreifter Muskelfasern im Oesophagus der Haussäugethiere. Virchow's Archiv, Bd. 27. S. 413.

Häufiger noch als beim Hunde sind Ganglienzellen sowohl zwischen den Fasern der in der Muscularis externa verlaufenden Nervenstämme, sowie im letzten Viertel wirkliche mikroskopische Ganglien zwischen der mittleren und äusseren Muskelschichte anzutreffen.

Der Oesophagus der Ratte ist in seiner Schleimhaut, was Epithel, Papillen, Mucosa und die Vertheilung der Muscularis mucosae anlangt, dem des Kaninchens ganz ähnlich. — Die Muscularis externa zerfällt im Allgemeinen in eine stärkere innere Rings- und in eine schwächere, äussere Längsfaserhaut. Stellenweise zeigt die Muscularis externa im untersten Theile eine innere stärkste schief, eine mittlere ringförmig und eine äussere schwächste, longitudinal laufende Schichte. Alle Schichten bleiben bis zur Cardia frei von glatten Muskelfasern.

In manchen Stücken weicht der Oesophagus der Vögel von dem der Säugethiere ab. Beim Huhn ist die Schleimhaut desselben von einem 0.5—0.8 Millim. breiten geschichteten Pflasterepithel bedeckt, seine obersten Zellen sind tafelförmig und durch eine breite, auffallend geschlängelte Zwischensubstanz von einander geschieden; die Zellen der mittleren Lagen sind polyedrisch, etwas in die Länge gezogen; die Zellen der tiefsten Schichte endlich sind rundlich, meist aber gegeneinander abgeplattet, und wo sie eine Papillen begrenzen, schief gegen die Längsaxe desselben gerichtet. —

Die Mucosa, die auf das Epithel folgt, ist ein dichter, aus breiteren und feineren, sich vielfach durchkreuzenden Fasern gebildeter Filz. Von der Oberfläche der Mucosa ragen auch hier zahlreiche, schmale, kegelförmige, gefässhaltige Papillen in das Epithel hinein.

Die Drüsen des Oesophagus sind Schläuche, die in der Mucosa sitzen und aussen von der Muscularis mucosae abgegrenzt werden und stellenweise mit ihrem Grunde zwischen die Bündel der Muscularis mucosae hineinragen. In ihrem Grunde zeigen sie 5—7 und noch mehr halbkugelige Ausbuchtungen, so dass sie acinösen Drüsen ähnlich sehen. Sowohl ihr Ausführungsgang, als auch ihre Ausbuchtungen sind von einer zarten Membrana propria begrenzt, die mit zierlichen, dünnen Epithelcylindern ausgekleidet sind. An gehärteten Präparaten trifft man die Cylinder gewöhnlich leer (Becherzellen), nur der abgeplattete, wandständige Kern ist zurückgeblieben. —

Diese Drüsen sind immer vereinzelt, stehen gegen den Kropf zu, sowohl am Hals als auch am Brusttheil der Speiseröhre viel spärlicher als entfernter von ihm und sind zugleich kleiner.

Die Muscularis mucosae bildet nach aussen von der Mucosa und ihren Drüsen eine zusammenhängende, aus longitudinal verlaufenden Bündeln glatter Muskelfasern bestehende Schichte, welche überall, wo der Grund einer Drüse an sie anstösst, etwas nach aussen gebaucht und dünner erscheint. Stellenweise zweigen sich von ihr kleine Muskelbündelchen ab, um eine Strecke ringsförmig zu verlaufen und dann wieder longitudinal einzubiegen. — Das submucöse Gewebe, das die grossen Gefässstämme in seinen Maschen eingelagert enthält, steht mit der Mucosa und mit der äusseren Faserhaut des Oesophagus im Zusammenhange. Die Muscularis externa ist nur aus glatten Muskelfasern zusammengesetzt, welche in grösseren und kleineren Bündeln zu einer inneren Ringsschichte und einer äusseren, meist etwas schwächeren Längschichte gruppirt sind. Zwischen Rings- und Längsschichte bilden die Nervenstämme eine fast zusammenhängende Lage, in welcher sich zahlreiche Ganglienzellen vereinzelt oder zu Plexus zusammenhängend vorfinden.

Gegen den Kropf zu wird sowohl die Mucosa, als auch die Drüsenzahl schwächer, nur die Ringsschichte nimmt im Verhältniss zur Längsschichte an Breite zu.

Am Kropfe selbst bleibt das Epithel wie im Oesophagus, ebenso die Papillen der Schleimhaut. Die Mucosa wird hier schwächer, die Drüsen fehlen.

Die Muscularis externa ist schwächer als im Oesophagus selbst. Die Muscularis mucosa kommt an Breite der des Oesophagus gleich und ist stellenweise in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert.

Hasse[1] hat für den Oesophagus der Tauben im cervicalen Theile und im Kropfe keine Drüsen, im Brusttheile jedoch Drüsen gefunden, welche daselbst in Form von bauchigen Flaschen mit langem, engem Halse und mit einer pflasterförmigen Zellenart ausgekleidet vorkommen. Bei brütenden Tauben sah er an den Seitentheilen des Kropfes eine bedeutende Verdickung eintreten. Es ist dies zurückzuführen auf eine Wucherung von mit Fett gefüllten Epithelien, ähnlich wie solche bei der Milchabsonderung der Säugethiere vorkommen.

Beim Wassersalamander, sowie auch beim Frosche geht die Schleimhaut der Mundhöhle hinter der Zunge direct in die Schleimhaut des nun zu einem geschlossenen Schlauche umgewandelten Tractus intestinalis über.

Die Speiseröhre des Triton besteht aus Epithel, Mucosa, Muscularis externa und aus einer diese umhüllenden Faserlage. Das Epithel ist ebenso wie das der Mundhöhle ein Cylinderepithel. Die einzelnen Zellen sind konisch in einen längeren oder kürzeren Fortsatz ausgezogen, die der freien Oberfläche zugekehrte Basis mit gleichmässig langen Flimmerhaaren besetzt. Was die Form dieser Zellen anlangt, so sind sie entweder gleichmässig kegelförmig oder an ihrem der Oberfläche zugekehrten Theile stark bauchig und dann sich rasch zu einem langen Fortsatz ausziehend oder sie zeigen frisch untersucht in dem gegen die Tiefe gekehrten Fortsatz noch eine kernhaltige Anschwellung. Zwischen den nach der Tiefe gerichteten Fortsätzen der obersten Zellenreihe schieben sich spindelige Zellen ein und zwischen diesen finden sich stellenweise noch rundliche Zellen mit relativ grossem Kerne.

An Querschnitten der longitudinalen Schleimhautfalten zeigen sich die in die Tiefe gekehrten Fortsätze der kegelförmigen, flimmertragenden Zellen nicht senkrecht auf die Oberfläche gerichtet, sondern gegen die Schleimhaut im Bogen gekrümmt. Dabei scheinen diese Fortsätze an vielen Stellen mit den Elementen der Schleimhaut im Zusammenhange zu stehen. —

Die Schleimhaut besteht aus breiteren Bindegewebsbündeln, welche gegen die Muscularis externa locker angeordnet sind, grössere Maschen formiren, gegen das Epithel jedoch dichter nebeneinander gelegen sind. Zwischen den Bündeln der Muscularis externa dringen Bindegewebsbalken senkrecht gegen die Oberfläche, kreuzen sich beim Eintritte in die Schleimhaut ein oder auch mehrere Male und bilden dadurch zahlreiche grosse Lücken, in denen ein dünnwandiges, grosses Gefäss liegt, oder welche nur mit Epithel ausgekleidet, wahrscheinlich dem Lymphgefässsystem angehören. — In diesen gegen die Oberfläche ziehenden Balken ist eine wechselnde Anzahl spindeliger Elemente mit stäbchenförmigen oder in die Länge gezogenen Kernen vorhanden, welche spindelige Zellen direct aus den innersten Bündeln der Muscularis externa abstammen und daher als glatte Muskelzellen betrachtet werden müssen.

Demgemäss fehlt auch eine selbständige Muscularis mucosae. In den kleineren, oft zierlichen Maschen der Mucosa liegen vereinzelt grosse unregelmässige oder rundliche Protoplasma-Körper.

Die Muscularis externa besteht nur aus glatten Muskelfasern, deren Contouren gerade oder nur wenig ausgebogen sind, und deren Kern langgezogen, oft zugespitzt erscheint. Sie ist nicht überall gleich breit und besteht auch nicht überall im

1) C. Hasse: Ueber den Oesophagus der Tauben etc. Henle und Pfeufer's Zeitschrift. 3 Reihe, Bd. 23, S. 101.

ganzen Umkreise aus zwei deutlichen Schichten, vielmehr durchflechten sich die äusseren Bündel vielfach mit den inneren, so dass man an einem Querschnitte ein dichtes, nur durch spärliches Bindegewebe unterbrochenes Flechtwerk von Muskelfasern findet. Häufig ist jedoch die Richtung der inneren Bündel horizontal, die der äusseren schief oder seltener longitudinal.

Drüsen kommen keine vor.

Am Oesophagus des Frosches ist die Schleimhaut mit einem ebenso breiten und ebenso geformten, flimmertragenden Cylinderepithel bedeckt, wie eben für Triton beschrieben wurde. An in Alkohol gehärteten Präparaten sieht man auf lange Strecken keine anderen als Becherzellen.

Die Schleimhaut ist mächtig entwickelt, ihre Bündel ziehen parallel neben einander in horizontaler Richtung von aussen nach innen, um unter dem Epithel in eine zur Oberfläche parallele Richtung abbiegend sich zu durchflechten. Der an die Muscularis externa angrenzende Theil (submucöses Gewebe) enthält in seinen Maschen die grösseren Gefässstämme.

Die acinösen Drüsen bilden beim Frosch eine 0.4—0.5 Millim. breite, fast zusammenhängende Schichte. Die Acini sind ungleich gross, rundlich oder oval. Das Epithel, mit dem sie ausgekleidet sind, besteht aus dicht liegenden, rundlichen oder gegen einander abgeplatteten, kubischen oder cylindrischen Zellen. — Eine eigene Muscularis mucosae fehlt im oberen Theile ganz, im unteren ist jedoch stellenweise ausserhalb der Drüsen eine nicht sehr starke Schichte longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern vorhanden, von welcher, sowie von der Ringsschichte der äusseren Muscularis im oberen Theile einzelne Bündelchen zwischen die Drüse einziehen.

Die Muscularis externa besteht überall aus einer inneren Rings- und aus einer äusseren Längsschichte. Von der die Muscularis umhüllenden äusseren Faserhaut ziehen kleinere und grössere Faserbündel zwischen die Muskelbündel ein, bilden hier die Septa derselben und die Träger der grösseren Gefäss- und Nervenzweige, sowie der capillaren Blutgefässe und der kleinsten Nervenäste. —

Bevor wir nun zur Histologie des Magens übergehen, wollen wir den Uebergang der einzelnen Schichten des Oesophagus in die der Cardia näher in's Auge fassen. Beim Oesophagus des Menschen reicht das geschichtete Pflasterepithel bis zur Cardia, wo es mit einem gezackten Rande aufhört und vom Cylinderepithel abgelöst wird. — Die Mucosa im engeren Sinne wird wegen der in derselben neu auftretenden Drüsen rasch breiter, so dass die Muscularis mucosae vom Epithel immer mehr abbiegt und dabei auch an Dicke abnimmt.

Das submucöse Gewebe nimmt an der Cardia im Allgemeinen an Breite ab und ist in einen inneren lockeren und in einen äusseren, dichteren Abschnitt getheilt; im ersteren liegen die grossen Gefässstämme, letzterer dringt mit seinen Bündeln zwischen die Bündel der Muscularis externa ein.

Acinöse Drüsen fehlen unmittelbar über der Cardia.

Die Muscularis externa zeigt die wichtigsten Veränderungen. Die Ringsmuskulatur, welche sich direct in jene der Cardia fortsetzt, ist über derselben am stärksten entwickelt; an der Cardia selbst und unter derselben nimmt sie wieder an Stärke ab. — Ganz ähnlich verhält sich die Längsmuskulatur, nur kreuzen sich ihre Bündel wiederholt unter einander, so dass sie ein dichtes Geflecht bilden. Zugleich ziehen einzelne derselben nach der Durchflechtung

in die Ringsmuskulatur ein, indem sie die äussersten Bündel der letzteren umgreifen, um weiter nach innen einzudringen.

Nach Henle[1] enden die Längsfasern des Oesophagus zum kleineren Theile an der Cardia, die meisten gehen auf den Magen über und fahren nach verschiedenen Richtungen auseinander. Von den Fasern der rechten Hälfte des Oesophagus setzt sich der mittlere Theil ununterbrochen und in dichten Massen auf die obere Curvatur des Magens fort, die übrigen strahlen auf der vorderen und hinteren Magenwand in schmalen divergirenden, netzförmig zusammenhängenden Bündeln gegen die untere Curvatur aus, ohne sie zu erreichen.

Aus der linken Oesophagus-Hälfte treten nur zarte Bündel auf den oberen Rand des Fundus über. An die rechts und links ausstrahlenden Längsfasern des Oesophagus schliessen sich Bündel, welche leicht aufwärts gekrümmt und aus der horizontalen in die verticale Richtung übergehend über die vordere und hintere Fläche des Magens ziehen. Diese beiden Züge schleifenförmiger Fasern, welche sich an der vorderen und hinteren Magenwand abwärts von der Cardia kreuzen, sind die Fortsetzungen der Ringsfaserschichte des Oesophagus.

An der Cardia des Hundes wird das geschichtete Pflasterepithel ebenso wie beim Menschen durch ein einfaches Cylinderepithel ersetzt; die Mucosa wird an der Cardia selbst schwächer, da die daselbst auftretenden Drüsenschläuche nur allmählig an Grösse zunehmen, demgemäss biegt auch die Muscularis mucosae, die im untersten Abschnitte des Oesophagus mit ihren Bündeln auf ein 0.5 Millim. breites Areal zwischen den Drüsen zerstreut war, jetzt nach innen ab, um am Grunde der an der Cardia neuauftretenden Schläuche eine zusammenhängende Schichte zu bilden. Die acinösen Drüsen der Mucosa des Oesophagus hören jedoch nicht über der Cardia selbst auf, sondern erstrecken sich rasch kleiner werdend noch auf eine Strecke von 3 Millim. unterhalb der Linie, an welcher das Cylinderepithel des Magens beginnt, in diesem fort. Es sind diess, obwohl seltener, nur mehr die untersten Läppchen einer Drüse, deren Ausführungsgang meist gerade an der Grenzlinie zwischen Oesophagus und Magen ausmündet, so dass oberhalb der oberen Wand am inneren Ende des Ausführungsganges das geschichtete Pflasterepithel des Oesophagus aufhört, unterhalb der unteren Wand aber das Cylinderepithel des Magens beginnt. In anderen Fällen finden sich jedoch noch zwei Reihen von acinösen Drüsen am oberen Anfange des Cardiatheiles, die mit ihren Ausführungsgängen zwischen den hier sich entwickelnden Schläuchen mit engerem Lumen ausmünden.

Das submucöse Gewebe des Oesophagus nimmt beim Uebergange in die Cardia des Magens ebenfalls an Breite ab; nur die Muscularis externa verhält sich bei ihrem Uebergange folgendermassen:

---

1) Henle: Splanchnologie, Seite 161.

Die der Cardia zunächst gelegenen, nur aus glatten Muskelfasern bestehenden Bündel der inneren Schichte des Oesophagus legen sich, nachdem sie an Mächtigkeit bedeutend zugenommen haben und in eine vollständige Querrichtung übergegangen sind, ohne besonders markirte Abgrenzung an die ebenfalls sehr mächtigen Bündel der Ringsfaserhaut des Magens an; die von der Cardia entfernteren Bündel der inneren Schichte ziehen, indem sie aus der schiefen in die Längsrichtung übergehen, in die äussere Längsmuskulatur des Magens über, deren innersten Theil sie bilden. Sie bestehen vorwiegend aus glatten Muskelfasern und müssen, um in die Längsfaserhaut des Magens zu gelangen, aussen um die hart an der Cardia gelegenen queren Bündel der inneren Schichte verlaufen. Die mittlere, querlaufende Lage des untersten Theiles des Oesophagus hört rasch an Breite abnehmend grösstentheils an der Cardia auf, indem nur einzelne quergestreifte Muskelfasern mit dem kleineren Theile der äusseren Längsmuskelhaut des Oesophagus in die äussere längslaufende Muskelschichte des Magens übergehen, in der sie den äussersten Theil bilden. Zwischen den überwiegend quergestreiften Fasern dieses äussersten Theiles treten vereinzelte Bündel glatter Muskelfasern auf. Der mittlere, zugleich stärkste Theil der äusseren Längsmuskelhaut taucht an der Cardia selbst auf und besteht nur aus glatten Muskeln. Es schiebt sich somit an der Cardia diese Lage glatter Muskelfasern zwischen die aus den entfernter gelegenen Theilen der inneren Schichte des Oesophagus herkommenden, vorwiegend aus glatten Muskeln bestehenden Bündel, und die aus der äusseren Längsfaserhaut sich entwickelnden, quergestreiften Muskelfasern ein.

Gerade nach dem Durchtritte des Oesophagus durch das Foramen oesophageum finden sich in der äusseren Faserhülle vereinzelte, schief und querlaufende, quergestreifte Muskelbündelchen. Ob diese aus der Längsfaserhaut der Muscularis des Oesophagus stammen, oder aus der Umgebung heranziehen, bin ich für jetzt nicht in der Lage, zu entscheiden.

Beim Kaninchen verhält sich die Schleimhaut beim Uebergange des Oesophagus in die Cardia ähnlich wie beim Menschen, die Muscularis externa jedoch weicht sowohl von der des Menschen als auch von der des Hundes ab.

Die innere Längsschichte hört nämlich, indem ihre Bündel an Zahl und Grösse abnehmen, mit dem Ende des Oesophagus ganz auf, während sowohl die mittlere Rings- als auch die äussere Längsschichte, nachdem sie fast ganz aus glatten Muskelfasern zusammengesetzt sind und an Breite zugenommen haben, beide nahezu in gleicher Stärke und jede für sich in die Rings- und Längsschichte der Cardia übergehen.

Beim Triton treten am unteren Ende des Oesophagus in einer nahezu ringförmigen Zone über der Cardia einzelne acinöse Drüsen auf, die einen ähnlichen Bau zeigen, wie die des Oesophagus des Frosches; sie gehen direct in die tubulösen Pepsindrüsen der Cardia über, indem ihr Ausführungsgang kürzer wird und ihre Acini an Zahl und Grösse abnehmen.

Die um die erwähnten acinösen Drüsen in kleinen Bündeln neu auftretenden glatten Muskelfasern ordnen sich, sowie rein tubulöse Drüsen auftreten, in eine selbständige, nach aussen von den Drüsenschläuchen verlaufende Muscularis mucosae. — Die Bündel der Muscularis externa, welche im unteren Theile des Oesophagus nicht strenge in zwei gesonderten Lagen verlaufen, gruppiren sich nun zu einer inneren Rings- und einer äusseren Längsschichte.

Die Veränderungen, welche am Oesophagus des Frosches bei seinem Uebergange in die Cardia auftreten, erstrecken sich auf alle Theile. Der innerhalb der acinösen Drüsen, zwischen diesen und dem Epithel gelegene Theil der Schleimhaut nimmt in dem Maasse an Breite ab, als die Ausführungsgänge der Drüsen kürzer werden. Dabei nehmen die Drüsen selbst an Grösse ab, rücken näher aneinander und gehen allmählig in die anfangs am Grunde ausgebuchteten, später mehr gestreckten Pepsinschläuche über.

Es hat somit eigentlich die Mucosa nur eine Verschiebung in topographischer Beziehung erlitten, da sie sich früher zwischen Epithel und Drüsen, jetzt aber zwischen den Drüsen selbst ausbreitet, dabei zugleich an der Cardia gegenüber dem unteren Ende des Oesophagus an Breite abgenommen hat.

Ganz nahe über der Cardia tritt ausserhalb der Drüsen bleibend eine Muscularis mucosae in Form von theils rings-, theils längslaufenden oder sich durchkreuzenden Bündeln glatter Muskelfasern auf, welche Bündel in dem Maasse, als die Drüsen der Oberfläche naherücken, ebenfalls nach innen abbiegen, um, da sie sich immer an den äusseren Rand der Drüsen halten, an der Cardia selbst am Grunde der Drüsenschläuche eine zusammenhängende Muscularis mucosae zu formiren.

Das submucöse Gewebe des Oesophagus nimmt, sowie die acinösen Drüsen sich zu verändern beginnen, bedeutend an Breite zu, um dann, wenn bereits in der Mucosa Schläuche auftreten, schwächer zu werden.

Die äussere Muskulatur nimmt gegen die Cardia an Breite zu und ordnet sich so an, dass hier wie beim Hunde die Ringsschichte am oberen Ende des Magens gewissermaassen einen Sphincter darstellt.

An der Cardia ziehen zahlreiche Bündel aus dem äusseren Theile der Ringsschichte schief gegen den inneren Theil der Längsschichte, um in diese weiter unten einzugehen, nachdem sie sich mit den aus dem inneren Theile der Längsfaserhaut stammenden und schief nach abwärts gerichtet in den äusseren Theil der Ringsfaserhaut einziehenden Bündeln gekreuzt haben.

D. Magen.

Die Schleimhaut des Magens ist im Allgemeinen auf der Muskelschichte leicht verschiebbar, sie hängt mit ihr durch ein sehr lockeres, submucöses Gewebe zusammen und legt sich daher bei leerem Magen oder bei der Contraction seiner Muskeln in zahlreiche, quere, longitudinale und unter schiefen Winkeln oder netzförmig zusammenstossende, grössere und kleinere Falten. Besonders

ausgesprochen findet sich dies am blinden Magengrunde, sowie in dem grösseren linken Theile der Magenflächen, während an dem dem Pylorus zunächst gelegenen Abschnitte, besonders deutlich ausgeprägt beim Kaninchen, wo die Schleimhaut inniger mit der Muskelschichte zusammenhängt, die Falten der ersteren entweder gänzlich fehlen oder nur spärlich auftreten.

Das Epithel ist ein einfaches Cylinderepithel, das sich beim Menschen von dem Rande der Cardia angefangen, gleichmässig über die ganze Magenoberfläche erstreckt. Die einzelnen Epithelzellen sind cylindrisch oder abgestutzt, kegelförmig und sind an in Chromsäure gehärteten Präparaten auf weite Strecken Becher. (Vide Dünndarm.)

Die Mucosa des Neugebornen nimmt von der Cardia an gegen den Pylorus, obwohl nicht überall gleichmässig, an Stärke zu. In ihr sind die schlauchförmigen Drüsen des Magens, eine hart an der anderen und nur durch spärliches Gewebe von einander getrennt, eingebettet. — An der Cardia beginnen sie als kurze Einstülpungen der Schleimhaut, nehmen jedoch rasch an Länge zu und stellen dann weiterhin cylindrische Schläuche vor, um einzeln oder zu zwei selbst drei mit breiterem Lumen zu münden. Der Grund der Schläuche ist in den meisten Fällen etwas kolbig angeschwollen, eingerollt oder gedreht, an der Cardia und am Pylorustheile auch ausgebuchtet oder in zwei und mehrere kleinere, cylindrische Aeste getheilt. Im Allgemeinen ist die Menge der ungetheilten Schläuche im Fundus, die der getheilten von der Mitte der grossen Curvatur angefangen bis gegen den Pylorus prävalirend. An dem letzteren selbst nehmen die Schläuche, je mehr man sich dem Uebergange in das Duodenum nähert, allmählig die gestreckte, einfache Form an.

Nach Bischoff [1] sollen im Pylorustheile besondere Formen von Drüsen vorkommen; nach Ecker [2] wieder ausser den in der Pylorusgegend vorkommenden acinösen überall nur schlauchförmige Drüsen. Kölliker [3] fand an einer schmalen Zone der Cardia und der blassen Pyloruszone zusammengesetzte, schlauchförmige, im grossen mittleren, während der Verdauung lebhaft rothen Abschnitte des Magens aber nur einfache, schlauchförmige Drüsen.

Das cylindrische Epithel setzt sich in verschiedener Tiefe in die Drüsenschläuche fort. Die Drüsen am oberen Rande der Cardia sind ganz und gar mit Cylinderepithel ausgekleidet. — In der Entfernung eines halben bis zwei Millim. unter der oberen Grenzlinie der Cardia wird das die Schläuche auskleidende Cylinderepithel vom Grunde der Drüsen angefangen durch kugelige oder gestreckte, oft Biconvexlinsen ähnliche, dunkle oder blasse, stark granulirte Zellen verdrängt. Dieses Verdrängtwerden schreitet rasch nach oben vor, sodass alsbald die Schläuche bis zu ihrem obersten Drittel mit Pepsinzellen ausgekleidet erscheinen. Also findet man die Verhältnisse bis beiläufig über

---

1) Müller's Archiv 1838. S. 513.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Seite 243.
3) Gewebelehre, S. 400 und 402.

die Mitte der grossen Curvatur. Von der Mitte der grossen Curvatur angefangen, fängt das Cylinderepithel wieder an, weiter nach abwärts zu reichen und je näher dem Pylorus, desto grössere Strecken auszukleiden und endlich die Pepsinzellen auch vom Grunde der Schläuche zu verdrängen. Dabei waltet jedoch im Einzelnen keinerlei Gesetzmässigkeit ob, indem man nicht weit von der Mitte der grossen Curvatur Schläuche antrifft, die fast ganz mit Cylinderepithel ausgekleidet sind, andererseits am Pylorustheile noch solche vorhanden sind, in denen die grössere Hälfte Pepsinzellen enthält. Immerhin findet man schon am Pylorustheile zahlreiche, in einzelnen Fällen fast alle Drüsenschläuche, einfache und zusammengesetzte, häufiger wohl letztere, ganz von Cylinderepithel ausgekleidet neben solchen, in denen stellenweise die Seiten der Schläuche, stellenweise der Grund mit Pepsinzellen belegt ist oder neben solchen, in denen der kleinere Theil mit Cylinderepithel bekleidet ist.

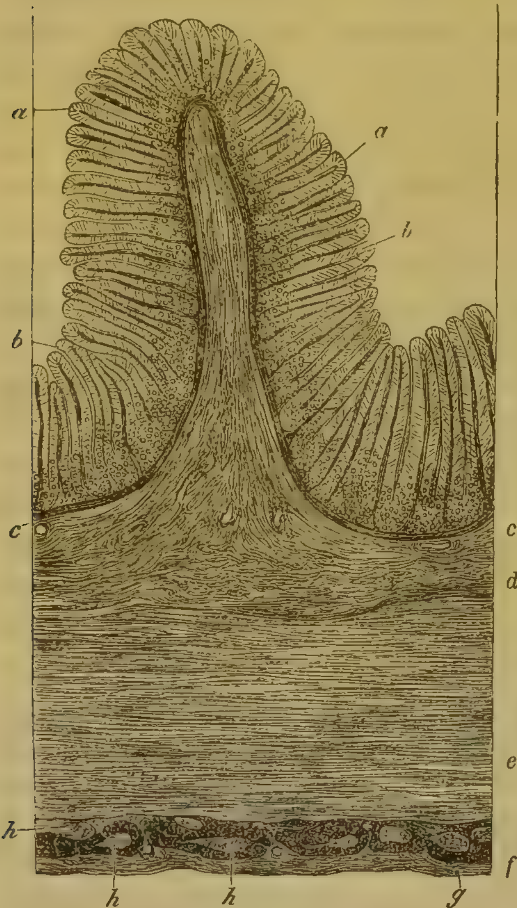


Fig. 106. Querschnitt durch den Magen-Fundus eines Kindes. *aa* Cylinderepithel. *bb* Pepsinschläuche. *cc* Muscularis mucosae. *dd* submucöses Gewebe. *e* Ringsmuskelschichte. *f*. Längsmuskelschichte. *g* Peritoneum. *h* Auerbach'sche Ganglien.

Beim Neugebornen reicht das Cylinderepithel überall auch am Fundus weiter, als bis zur Hälfte der Schläuche in diese hinein. Es kann somit nach dem eben Gesagten von einem Gegensatze zweier Arten von Drüsenschläuchen, solcher, die mit Labzellen und solcher, die mit Cylinderepithel ausgekleidet sind, nicht in dem Sinne die Rede sein, wie es von Henle [1], Kölliker [2], Donders [3] und Leydig [4] dargestellt wurde. — Gerlach [5] hat dagegen schon bemerkt, dass, obwohl das Cylinderepithel am Pylorustheile tiefer in die Schläuche sich erstreckt als im Fundus, doch daselbst auch Drüsen angetroffen werden, deren Grund nicht mit Cylinderepithel ausgekleidet. Mayer [6] und selbst Henle [7] haben in dem Magen eines Hingerichteten am Pylorustheile die Drüsenschläuche mit Pepsinzellen ausgekleidet gesehen.

1) Splanchnologie, S. 157. 2) Würzburger Verhandlungen, IV. S. 52.
3) Physiologie, S. 204. I. Bd. 4) Histologie, S. 293. 5) Gewebelehre, S. 303.
6) Berichte der Freiburger naturwiss. Gesellschaft. Nr. 9. S. 147. 7) l. c. S. 159.

Die Wand der in der Mucosa des Magens befindlichen Drüsen ist structurlos. Henle [1] hat in ihr, sowie auch an der Membrana propria anderer Drüsen kleine, sternförmige Zellen gesehen, welche an Präparaten, die längere Zeit in chromsaurem Kali gelegen haben, glatt und sehr feinkörnig waren. Vom Zellenkörper sah Henle in der Ebene der Drüsenmembran nach allen Seiten drei bis zehn Fortsätze abgehen, die, am Ursprunge breit oder schmal sich allmählig verjüngen, verästeln und durch ihre Aeste zusammenhängen. Deswegen schien es ihm auch wahrscheinlich, dass diese Zellen nervöser Natur seien, obgleich er ihren Zusammenhang mit Nervenfasern vergeblich gesucht hat.

Das Gewebe der Mucosa ist entweder ein fibröses Maschenwerk oder adenoides Gewebe. Die mit den Gefässen aus dem submucösen Gewebe zwischen den Bündeln der Muscularis mucosae durch und in die Mucosa eintretenden Bündel von feinen Bindegewebsfasern verflechten sich vielfach zwischen den Drüsenschläuchen und führen zwischen ihren Fasern eine wechselnde Menge von Lymphkörperchen; stellenweise jedoch sowohl zwischen dem Grunde zweier Drüsenschläuche, als auch unter der Oberfläche der Schleimhaut findet sich zwischen feineren Gefässen und mit ihnen zusammenhängend ein adenoides Netzwerk von Zellen, in dessen Maschen Lymphkörperchen liegen.

Die Muscularis mucosae [2] beim Neugebornen 0.01—0.05 Millim., beim Erwachsenen 0.05—0.1 Millim. breit, gränzt als zusammenhängende Schichte die Mucosa von dem submucösen Gewebe ab und liegt somit in flächenhafter Ausbreitung aussen dem Grunde der Drüsenschläuche an. Die Bündel dieser Muscularis mucosae verlaufen von der Cardia angefangen nicht einfach in longitudinaler Richtung, sondern die inneren Bündel ziehen stellenweise ringförmig, stellenweise schief, die äusseren longitudinal oder schief. Wo die Bündel der einen oder der anderen Schichte schief verlaufen, durchkreuzen sie sich und gehen, wenn sie früher aussen und Längsbündel waren, nach der Durchkreuzung in die innere Ringsschichte ein. Umgekehrt verhalten sie sich, wenn sie vor der Durchkreuzung der inneren Ringsschichte angehörten, indem sie nach der Durchkreuzung in die äussere Längsschichte sich begeben.

Sowohl von der inneren, als auch von der äusseren Längsschichte der Muscularis mucosa zweigen sich kleinere Bündel ab, welche am Grunde zwischen zwei Schläuchen in die Schleimhaut einziehen. Hier zerfahren sie entweder gleich, oder sie kreuzen sich, wenn sie nicht unter einem rechten Winkel von der Muscularis mucosae abgehen, mit einem benachbarten Bündel, um dann erst sich aufzulösen und gewissermaassen als eine aus senkrecht gegen die Oberfläche ziehenden, glatten Muskelfasern gebildete Tasche die einzelnen Schläuche zu umhüllen. Die Menge der Muskelfasern nimmt gegen die Oberfläche stets ab. Wo einzelne Muskelfasern bis unter das Epithel reichen, bie-

1) Henle: l. c. S. 46. 2) Middeldorpf: de glandulis Brunnianis Vratisl. 1846 und Brücke: Druckschriften der Wiener k. k. Akademie der Wissensch. 1850.

gen sie in einer zur Oberfläche parallelen Richtung um und sind dann im subepithelialen Gewebe nicht weiter zu verfolgen, oder sie ziehen zwischen die stellenweise unter dem Epithel parallel zur Oberfläche verlaufenden Fasern eines neuen Bündels ein.

Das submucöse Gewebe, das mit in die Falten der Schleimhaut einbezogen ist, gleicht dem des Oesophagus, steht in derselben Weise wie dort mit den Septis der Muscularis externa und der äusseren Faserlage, hier mit dem Peritonealüberzuge, ferner den Septis der Muscularis mucosae und mit der Mucosa selbst in Verbindung.

Die Breite des submucösen Gewebes im Magen des Neugeborenen beträgt an gehärteten Präparaten im Mittel 0.35 Millim.

Lymphfollikel, als einzelne Glandulae lenticulares, oder zu Peyer'schen Plaques vereinigt, wie sie hauptsächlich von Frerichs [1], Bruch [2], Bischoff [3] und Kölliker [4] für den Magen angegeben werden, finde ich bei keinem der von mir untersuchten Thiere und auch beim Menschen nicht. Wohl aber kommt es vor, dass die Mucosa des Erwachsenen stellenweise stärker infiltrirt ist, ohne dass aber diese Stellen besonders abgegrenzt wären. Nur an der Oberfläche ragen sie etwas hervor und geben so Veranlassung zur Annahme besonderer lenticulärer Drüsen.

Ueber die Lymphgefässe des Magens wissen wir durch Teichmann [5], dass sie (beim Hunde) ein oberflächliches, unterhalb der blindsackartigen Endigung der Drüsenschläuche gelegenes, und ein tieferes zwischen Muscularis mucosae und Muscularis externa, also im submucösen Gewebe gelegenes Netzwerk bilden. In dem ganzen Drüsenpolster kommt nichts von derartigen Gefässen vor. Mit dem Lymphcapillarsysteme der Serosa communiciren die besagten Gefässnetze nicht direct, sondern das Zusammentreffen geschieht erst mittelst klappenführender Stämme.

Die Nerven des Magens besitzen, wie Remak [6] gezeigt hat und wie von vielen Histologen bestätigt wurde, sowohl in der Muscularis externa, als auch im submucösen Gewebe zahlreiche Ganglien. Ich finde beim Neugebornen, dass die meisten Ganglien zwischen den Bündeln der Längsfaserhaut gelegen sind, dabei sich nach aussen bis unter den Peritonealüberzug, nach innen bis zur Ringsmuskelschichte erstrecken und stellenweise eine zusammenhängende Kette darstellen. Im submucösen Gewebe bilden die Nerven ebenso wie im übrigen Darmkanale Plexus, in denen sich, wie oben angeführt wurde, ebenfalls zahlreiche Ganglien finden.

Die Muscularis externa beträgt am Anfange der grossen Curvatur beim Neugebornen 0.95—1.1 Millim. Davon kommt auf die Ringsmuskelschichte 0.7—0.85 Millim. Die Bündel dieser letzteren verlaufen hier nicht einfach parallel neben einander, sondern durchkreuzen sich mannigfaltig.

---

1) l. c. 2) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. VIII. S. 276.
3) l. c. Taf. XIV. Fig. 4. 4) Gewebelehre, S. 403.
5) Teichmann: Das Saugadersystem etc. a. a. O. 6) a. a. O.

Die Bündel der Längsmuskelschichte schicken Zweigbündel ab, welche in schiefer Richtung nach mehrfacher Kreuzung in die Ringsschichte eingehen. Auch in das submucöse Gewebe dringen kleinere Bündelchen ein, die mit dem inneren Theile der Ringsschichte zusammenhängen und den später zu erwähnenden Fibrae obliquae entstammen. Sie endigen nach Treitz [1] mit elastischen Sehnen in der Schleimhaut.

In dem grösseren Abschnitte des Fundus ist eine deutliche Sonderung der Muscularis externa in eine innere Rings- und in eine äussere 0.25 Millim. breite Längsschichte wahrzunehmen.

Je mehr man sich an der grossen Curvatur dem Pylorus nähert, desto stärker wird die äussere Muskelhaut, und zwar betheiligt sich an der Zunahme fast nur die Ringsschichte, indem diese (beim Kinde) bis 1.144 Millim. steigt. Diese letztere strahlt mit ihren Bündeln sowohl gegen die vordere, als auch gegen die hintere Fläche aus und zwar in schiefer Richtung.

Die am meisten nach innen, innerhalb der eigentlichen Ringsschichte gelegenen Fibrae obliquae des Magens wurden von Gillenskoeld [2] genau und im Zusammenhange studirt. Nach ihm ist die Schichte der schief verlaufenden Fasern nicht so scharf von den ringsförmigen geschieden, wie diese von den Längsfasern, sondern die Fibrae obliquae hängen mit den Fibrae circulares zusammen und gehen beide ineinander über. Die Obliquae umgürten die Cardia wie eine Bandschleife und nehmen ihren Weg auf der vorderen und Rückseite des Magens bis zum Antrum Pylori. Man unterscheidet mit ihm am besten zwei Portionen der Obliquae: die eine obere horizontal laufende reitet gabelförmig auf dem linken Cardiatheile und erstreckt sich bis zum Antrum pyloricum selbst, die zweite Portion besteht aus kürzeren, nach unten laufenden Bündeln, welche früher in die Ringsschichte eingehen. — Am Pylorus selbst beim Uebergange ins Duodenum erreicht die Ringsmuskelschichte beim Kinde die Breite von 2.64 Millim., während die Längsfaserhaut auf ein Minimum reducirt erscheint, da die meisten Bündel derselben schon früher in die Ringsschichte eingezogen sind. Mit diesem Sphincter, der die Valvula pylori erzeugt, ist der Uebergang des Magens in das Duodenum gegeben. Gerade mit dem Abbrechen des Sphincter pylori treten jedoch noch andere Veränderungen ein; die Drüsenschläuche der Mucosa sind alle einfach geworden, gleich breit, ganz mit Cylinderepithel ausgekleidet; sie heissen jetzt Lieberkühn'sche Krypten.

In dem submucösen Gewebe treten hart an die Muscularis mucosae grenzend acinöse Drüsen (Brunner'sche Drüsen) auf, die am Beginne klein, rasch grösser werden und mit ihren Ausführungsgängen die Muscularis mucosae und die Mucosa selbst durchbrechen. Sowie die ersten Läppchen dieser Drüsen auftreten, zweigen sich von dem äusseren Theile der Muscularis mucosae

1) Treitz: Prager Vierteljahresschrift etc. l. c. 2) Gillenskoeld: Ueber die Fibrae obliquae im Magen. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1862. Heft 2.

einzelne Bündelchen ab, die eine ganz kurze Strecke ausserhalb der Drüsen verlaufen und diese von dem übrigen submucösen Gewebe abgrenzen.

Die acinösen Drüsen treten somit erst mit dem Anfange des Duodenum auf.

Beim Hunde beginnen die Drüsenschläuche der Mucosa ebenso wie beim Menschen als anfangs kurze Einstülpungen der Schleimhaut, in die das Cylinderepithel der Oberfläche sich fortsetzt und dieselben auskleidet. Sie sind am Beginne der Cardia in ihrem Grunde getheilt und unregelmässig ausgebuchtet. Etwa 3 Millim. tiefer nehmen sie die Form einfacher, am Grunde ausgebuchteter Schläuche an. Auch werden die Cylinderzellen in der Tiefe des Schlauches bereits durch Labzellen ersetzt, welche sich allmählig höher hinauf erstrecken. Dabei nehmen die Drüsen an Grösse zu. Jede Drüse mündet entweder für sich, oder es münden deren mehrere zusammen.

Von der Mitte der grossen Curvatur ab werden die Pepsinzellen wieder durch das Cylinderepithel verdrängt und zwar in ähnlicher Weise wie beim Menschen. —

Die Breite der Mucosa nimmt ebenso wie beim Menschen gegen den Pylorus auch beim Hunde zu. Zu der Muscularis mucosae tritt an der Cardia dort, wo die Drüsenschläuche mit Pepsinzellen ausgekleidet zu werden anfangen, zu den aus dem Oesophagus sich fortsetzenden, längslaufenden Bündeln glatter Muskelfasern, nach innen zu eine anfangs schwache, bald jedoch mächtiger werdende Schichte ringsförmig verlaufender Muskelfasern hinzu. Die Breite der Muscularis mucosae ist wechselnd, im Fundus beträgt sie 0.1—0.25 Millim. und ist hier deutlich in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert. Sonst zeigt sie dieselben Verhältnisse in Bezug auf Kreuzung und Verlauf ihrer Bündel wie beim Menschen.

Die Menge der in die Mucosa zwischen den Drüsen eindringenden Muskelfasern ist beim Hunde grösser als beim Menschen.

Die Schleimhaut des Kaninchen-Magens nimmt von der Cardia gegen den Fundus an Dicke ab und von hier gegen den Pylorus wieder etwas zu. Die in ihr liegenden Drüsenschläuche sind der Form nach ganz ähnlich, wie wir sie im Magen des Hundes finden. Im Fundus sind die einzelnen Schläuche um Weniges breiter als beim Hunde und münden ihrer zwei oder drei in eine mit Cylinderepithel ausgekleidete cylindrische Grube, die den vierten Theil der Schleimhautbreite beträgt. Je näher dem Pylorus, desto weiter reicht wieder das Cylinderepithel in die Schläuche hinein. Uebrigens ist dieses sowohl an der Oberfläche, als auch an den Schläuchen bei den in Chromsäure gehärteten Präparaten fast durchgehends aus Becherzellen zusammengesetzt.

Die Muscularis mucosae besteht im Cardiatheile meist nur aus longitudinalen Bündeln und wird gegen den Fundus und in diesem etwas mächtiger und zeigt hier an den meisten Stellen eine Rings- und eine gleichstarke Längsschichte. Im Pylorustheile des Magens durchkreuzen sich die Bündel beider Schichten fast durchgehends, und nur an seltenen Stellen lässt sich eine deutliche Rings- und Längsschichte erkennen; besonders hier zweigen sich zahlreiche Bündel in die Mucosa ab.

Am Pylorus selbst steigt die Breite der Muscularis mucosae, und zwar ihrer Längsschichte, bis auf das Fünffache. Das submucöse Gewebe, das wie überall so auch hier mit den Septis der äusseren und inneren Muscularis im Zusammenhang steht, die mit zahlreichen Gefässen in die Mucosa eindringen, ist im Pylorustheile schwächer als im Fundus, und enthält in ihren kleinen Maschen zahlreiche, rundliche Zellen mit relativ grossem Kerne.

Die äussere Muskulatur besteht sowie beim Menschen nur aus glatten Muskelfasern und zeigt folgende Anordnung: an der Cardia besonders in ihrer Ringsschichte stark entwickelt, nimmt sie gegen den Fundus allmählig an Breite ab: die

äussersten Bündel der Längsmuskelschichte der Cardia stehen mit den äusseren Fasern der Umhüllungshaut in innigem Zusammenhang, nehmen einen schiefen Verlauf und ziehen weiter unten in die Ringsmuskelschichte ein.

Im Pylorustheile haben sich die Verhältnisse in der Weise geändert, dass die einzelnen Schichten nicht nur breiter geworden sind, sondern auch dass die innersten Bündel der Ringsschichte auf eine kurze Strecke in schiefer oder longitudinaler Richtung ablenken.

Am Pylorus selbst ist die Muscularis externa ganz so beschaffen, wie beim Magen des Hundes.

Die Nerven und Ganglien, die sich zwischen den beiden Schichten der äusseren Muscularis befinden, bilden stellenweise eine zusammenhängende Schichte, stellenweise sind sie jedoch verhältnissmässig selten. Ebenso sind die im submucösen Gewebe vorkommenden Ganglien nicht sehr häufig anzutreffen.

Eigenthümliche Verschiedenheit des Baues zeigt der Magen der Ratte. Er stellt bei dieser in seiner linken Hälfte die Fortsetzung des Oesophagus, in seiner rechten jedoch den Magen im engeren Sinne vor. Die Schleimhaut des letzteren ist an ihrer Oberfläche röthlich braun gefärbt, ähnlich wie die des Fundus der früher beschriebenen Thiere. Beide Hälften werden durch eine Falte getrennt, die am rechten Ende des in der Mitte der kleinen Curvatur mündenden Oesophagus beginnt und übrigens so gestellt ist, dass der Oesophagus nur in die linke Hälfte mündet, ja es kann durch diese seine Mündung bogenförmig begrenzende Falte seine Communication mit der rechten Hälfte des Magens ganz aufgehoben werden.

Die Magenwand ist an der linken Hälfte bedeutend dünner, als an der rechten und zwar sowohl auf Rechnung der Mucosa, als auch der Muscularis externa. Am dünnsten ist sie an der nach aufwärts gekehrten blinden, sackartigen Erweiterung, welche die linke Magenhälfte am Zusammentreffen der grossen und kleinen Curvatur bildet. — Die linke Hälfte des Magens kann auch nach ihrem geweblichen Baue als Fortsetzung des Oesophagus betrachtet werden.

An der 1.5 Millim. hohen Falte nimmt das geschichtete Pflasterepithel von links nach rechts bis zur Kuppe an Mächtigkeit zu, an ihrer rechten Seite aber ab, und zwar schwinden die obersten zu einer homogenen Schichte verschmolzenen Zellen zuerst; dann auch die mittleren polyedrischen Zellen, während die tiefsten Zellen, die an der Falte palisadenartig angereiht, cylindrisch sind, etwas an Höhe zunehmen, um etwa von der Mitte der rechten Seite der Falte angefangen, als einfaches Cylinderepithel die Schleimhaut zu bekleiden.

Die Mucosa, die gegen die Falte von rechts her stärker wird, bildet schon nahe vor derselben gefässhaltige, kegelförmige Papillen, die anfangs klein sind, mit dem Stärkerwerden des geschichteten Pflasterepithels jedoch bis zur Kuppe der Falte an Höhe zunehmen.

Die wichtigsten Umänderungen zeigt die Muscularis mucosae. Sie ist es eigentlich, welche die Falte bildet. Je mehr sie sich ihr nähert, um so dinstinkter sondert sich die innere Rings- und die äussere Längsfaserschichte.

Die erstere rasch an Breite zunehmend, hört, wenn sie ihre grösste Mächtigkeit an der Kuppe der Falte erreicht hat, mit dem grössten Theile ihrer Bündel auf und es bleiben nur die obersten derselben zurück, die sich nun in die Ringsschichte der Muscularis mucosae der rechten Magenhälfte fortsetzen. Die Längsschichte setzt sich mit ihren äusseren Bündeln direct als solche in die rechte Magenhälfte fort, mit ihren inneren jedoch kreuzt sie sich theils mit den gleichnamigen der rechten Hälfte, theils dringt sie fächerförmig zwischen die Bündel der Ringsschichte ein.

Die Muscularis externa wird ebenfalls gegen die Falte zu bedeutend mächtiger,

ihre grösste Breite erreicht sie am Grunde der Falte und nimmt hierauf an Mächtigkeit ab.

Die Drüsenschläuche der rechten Magenhälfte sind auch hier anfangs kurz und mit Cylinderzellen ausgekleidet, welche jedoch alsbald durch rundliche, stark granulirte Pepsinzellen verdrängt werden, so dass sich das Cylinderepithel der Oberfläche nur in das obere Viertel der Drüsenschläuche fortsetzt.

Die Muscularis mucosae der rechten Hälfte des Magens ist schwächer als in der linken, ihre Bündel durchkreuzen sich zumeist, seltener verlaufen sie in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert.

Die Menge der in die Mucosa einziehenden glatten Muskelfasern ist auch hier eine relativ grosse.

An den Nerven zwischen der Rings- und Längsschichte der äusseren Muskelhaut sind zahlreiche Ganglien anzutreffen.

Bei Vögeln hört beim Uebergange des Oesophagus in den Drüsenmagen das geschichtete Pflasterepithel des ersteren mit einem gezackten Rande auf, und an seine Stelle tritt eine einfache Lage cylindrischer Zellen.

Die flaschenförmigen, am Grunde ausgebuchteten Drüsen der Mucosa des Oesophagus, die nach abwärts an Zahl zugenommen haben, hören an der Grenze, wo das Cylinderepithel beginnt, ganz auf und die nach aussen von der Mucosa liegende Muscularis mucosae, die beim Uebergange aus dem Oesophagus in den Drüsenmagen an Stärke abnimmt, tritt wegen des Schwundes des lockeren, submucösen Gewebes als innere, längslaufende Muskelschichte an die Muscularis externa hart heran, so dass sie zu dieser gerechnet werden kann. In dem untersten Theile des Oesophagus finden sich mehr oder weniger scharf begrenzte Lymphfollikel, die entweder ausserhalb der Drüsen liegen, oder zwischen diesen bis nahe an das Epithel reichen.

Die Oberfläche der Schleimhaut zeigt eine grosse Zahl von knopfförmigen Erhabenheiten, an deren abgerundeter Spitze die Eingangsöffnung zu den Drüsensäcken zu erkennen ist. Ausserdem zeigt sie eine nach abwärts zunehmende Menge mikroskopischer Zöttchen, Fältchen oder Leistchen, welche jedoch nur der Ausdruck der oben frei endenden Scheidewände zweier benachbarter Schleimhauteinstülpungen, oder besser gesagt zweier aneinander stossender und neben einander ausmündender kurzer Schläuche sind.

Bergmann[1] hat drei Typen von Drüsen aufgestellt: *a*) die bekannten Drüsensäcke, das sind centrale grosse mit Cylinderepithel ausgekleidete Räume, welche die Mündungen aller kleineren mit Labzellen ausgekleideten Schläuche aufnehmen. *b*) ein zweiter Typus, wie er beim Staar, beim Sperling, Ammer, der Krähe, bei Strix flammea und bei Colymbus sich findet, ist der, dass die Einzelschläuche nur durch Vermittlung von untergeordneten Ausführungsgängen in den Hauptausführungsgang münden, welcher letztere dabei sehr kurz sein kann; endlich *c*) als dritten Typus nennt er den, wo nicht alle Einzelschläuche durch einen Hauptkanal in die Magenhöhle einmünden, sondern wo nebeneinander eine Anzahl kleinerer Ausführungsgänge vorkommen, welche das Secret in jene Höhle eintreten lassen. (Cypselus apus.)

Zwischen dem Grunde der Drüsensäcke und der Muskelhaut liegt das spärliche, lockere, submucöse Gewebe, das einerseits mit den Septis der Muskelbündel nach aussen zusammenhängt, andererseits der Träger der Gefässe ist, mit welchen

1) C. Bergmann: Einiges über den Drüsenmagen der Vögel. Reichert's und Du Bois Raymond's Archiv 1862, S. 581. c. Fig.

seine Stränge zwischen die einzelnen Drüsenpackete eindringt und theils die Wand derselben abschliesst, theils in die Mucosa einzieht. In diesen Bindegewebsbündeln verlaufen nicht nur die jene umspinnenden und zwischen die Einzelschläuche eindringenden Gefässe, sondern auch glatte Muskelfasern.

In der unteren Hälfte des Drüsenmagens nehmen die einfachen Schläuche gegen das zwischen diesem und dem Muskelmagen gelegene Zwischenstück (dem Schaltstücke) in dem Maasse an Zahl zu, als die Drüsensäcke an Grösse abnehmen. Die Muscularis externa besteht, da am Eintritte des Oesophagus in den Vormagen das submucöse Gewebe schwindet, aus drei Schichten. Sie sind dem Zwischenraume des Grundes zweier benachbarter Drüsensäcke entsprechend breiter als an den Stellen, an welchen sie direct dem convexen äusseren Theile derselben anliegen.

Beim Uebergange des Drüsenmagens in das Schaltstück nehmen die Bündel der äusseren Schichte an Zahl und Grösse ab, die der mittleren und inneren Schichte aber zu, so dass im Schaltstücke die äussere Muskelhaut nur aus einer äusseren ringförmig und einer inneren, longitudinal verlaufenden Schichte besteht.

In der Schleimhaut des Schaltstückes vom Huhne treffen wir gerade verlaufende, dicht aneinander gereihte, schlauchförmige Drüsen, deren Grund auch hier etwas schmäler ist als die Mündung und mit nach allen Richtungen nahezu gleich gut ausgebildeten Zellen ausgekleidet sind, die nach oben allmählig in das cylindrische Epithel der Oberfläche übergehen. Das Gewebe der Schleimhaut ist nach aussen vom Grunde der Schläuche in einer schmalen Schichte ziemlich dicht und enthält Lymphkörperchen, Gefässe und Nerven in wechselnder Menge. Zwischen die Drüsenschläuche schiebt sich das Gewebe der Schleimhaut in einzelnen Strängen gegen die Oberfläche hinein.

Die Muskelhaut besteht aus einer inneren, longitudinalen und einer äusseren Ringsschichte. Zwischen den Bündeln der letzteren sind einzelne Gruppen von Fettzellen.

Im Schaltstücke erhärtet das Sekret der Drüsen zu einer homogenen, dünnen Schichte, welche die Oberfläche des Epithels bedeckt, und durch welche sich in senkrechter Richtung homogene Bänder aus dem Inneren der Schläuche fortsetzen. Eine besondere Bedeutung gewinnt diese die Oberfläche bedeckende Schichte im eigentlichen Muskel- oder Körnermagen, wo sie eine eigene, anfangs dünne, nach abwärts an Dicke zunehmende, an dünnen Schnittpräparaten im durchfallenden Licht gesättigt gelbgefärbte, hornige Lage bildet. Die Oberfläche der Schleimhaut mit dieser im auffallenden Lichte dunkelbraunen Hornschichte bedeckt, bildet am Anfangstheile des Körnermagens zahlreiche, ziemlich regelmässig neben einanderstehende, faltenartige Erhabenheiten, welche nach abwärts an Zahl und Höhe ab-, an Breite aber zunehmen. Diesen Erhabenheiten folgt die Hornlage überall. Mit der Zunahme der Muskelschichte gewinnt auch letztere an Dicke.

Leydig [1] hat schon angegeben, dass diese Schichte von den Magendrüsen secernirt wird. Sie besteht in der That aus übereinander gelagerten (absatzweise erhärteten) Platten, welche dem Lumen der Drüsenschläuche entsprechend unterbrochen sind, so dass sich diese direct in Form eines wandungslosen Kanals durch die Hornschichte hindurch fortsetzen. Es ist diess ganz deutlich auch daran zu erkennen, dass man an gehärteten und dann in Carmin gefärbten Präparaten immer ein homogenes Band aus den Schläuchen durch die Hornschichte als directe Fortsetzung des Drüsenlumens bis an die freie Oberfläche verfolgen kann. —

Das unter dieser Schichte folgende cylindrische Epithel der Schleimhaut setzt

---

1) Leydig: Histologie, S. 309.

2) C. Hasse: Beiträge zur Histologie des Vogelmagens, Zeitschrift für rationelle Medicin, XXVIII, S. 1 und folgd.

sich ohne Unterbrechung in die Drüsenschläuche fort. — Die einzelnen Drüsen zeigen ganz denselben Bau wie im Schaltstücke. Ich kann wenigstens für Amme und Huhn den Angaben von Hasse [2] nicht beipflichten, nach welchem im eigentlichen Magen zwei Drüsenarten vorkommen sollen, einfache, schlauchförmige und zusammengesetzte. Die ersteren sollen theils wie die Einzelschläuche der Drüsensäcke des Vormagens mit pflasterförmigem, stark granulirten Zellen ausgekleidet sein, theils einen cylindrischen Epithelialbeleg haben.

Auf die Drüsenschichte folgt ebenso wie im Schaltstücke eine dichte Lage von aus sich vielfach durchflechtenden Bündeln bestehendem Schleimhautgewebe. Die Muskelschichte, die am Beginn dieses Abschnittes noch sehr schwach ist, und erst im weiteren Verlaufe nach abwärts durch zahlreiche neu hinzugekommene Bündel anwächst, ist nach aussen, dort, wo sie noch ziemlich schwach ist, von einer ebenfalls hornigen Schichte begrenzt, in welcher zahlreiche, schief laufende Streifen erkennbar sind, die mit den hier entspringenden, spitz zulaufenden Muskelbündeln in einer Flucht zusammenhängen. — Zu äusserst folgt dann die aus schief laufenden Fasern bestehende Hülle, welche an einzelnen Stellen nur die sehnige Ausbreitung der Muskelbündel vorstellt.

Beide nach aussen von der Muskelschichte befindlichen Lagen nehmen in dem Maasse ab, als jene zunimmt, so dass man dort, wo die Muskelhaut ihre grösste Dicke erreicht hat, nach aussen von ihr nur einen sehr schmalen Streifen Bindegewebssubstanz wahrnimmt.

Die Muskelschichte selbst lässt sich am Anfange dieses Abschnittes, ebenso wie im Schaltstücke in zwei Lagen sondern, in eine innere Längs- und eine äussere Ringsschichte.

Im weiteren Verlaufe geht die erstere, die durch neue aus der Schleimhaut in schiefer Richtung entspringende Bündel immermehr verstärkt wird, durch die schiefe in die ringförmige Richtung über. Ebenso wird die äussere Ringsschichte durch zahlreiche, anfangs schief von aussen nach innen ziehende und an der die Muskelhaut von aussen begrenzenden, hornigen Lage entspringende Bündel verstärkt. — In der bindegewebigen Umhüllungshaut verlaufen in grosser Menge Gefäss- und Nervenstämme.

Zu dem, was früher über den Uebergang des Oesophagus vom Frosche in den Magen erwähnt wurde, bleibt wenig mehr über den letzteren zu sagen übrig. Das Cylinderepithel der Oberfläche, das nach der Behandlung mit Chromsäure auch hier fast überall aus prächtigen Becherzellen besteht und an seinem gegen die Tiefe gekehrten Ende einen längeren oder kürzeren Zellfortsatz zeigt, setzt sich ohne Unterbrechung in die dicht nebeneinander stehenden Schläuche der Mucosa fort. Die in der Tiefe der Schläuche liegenden Zellen sind rundlich und schön granulirt.

Das Flimmerepithel des Oesophagus hört an der Cardia nicht ganz auf, es setzt sich stellenweise noch eine Strecke weit in die Cardia fort, sowie man gar nicht selten auch weiter nach abwärts noch vereinzelte, flimmernde Cylinderzellen zwischen nicht flimmernden antreffen kann. — Die geschlängelten oder auch am Grunde ausgebuchteten Schläuche sind theils selbständig ausmündend, theils fliessen ihrer zwei zu einer cylindrischen Grube zusammen, welche, wie oben erwähnt, mit Cylinderepithel ausgekleidet ist.

Die Muscularis mucosae besteht aus einer inneren, schwächeren Rings- und einer äusseren, stärkeren Längsschichte, und zwar ist dieses Verhältniss nur in der unteren Hälfte deutlich ausgedrückt, während im oberen Theile des Magens meistens die Bündel der Muscularis mucosae fast alle longitudinal oder einander durchkreuzend verlaufen. Ueberall zweigen sich einzelne kleinere Bündelchen ab, um zwischen den Schläuchen in die Mucosa einzudringen.

Im unteren Theile des submucösen Gewebes finde ich vereinzelte, deutlich begrenzte, meist ovale, von innen nach aussen abgeplattete Lymphfollikel, welche in ihrer Kapsel zahlreiche, spindelige Zellen mit oblongen, abgeplatteten Kernen besitzen. Einige grenzen an die Muscularis mucosae nach innen, an die Muscularis externa nach aussen, während andere, ebenso wie stellenweise im Darme der Säugethiere durch die Muscularis mucosae durchgesteckt sind und bis an das cylindrische Epithel der Oberfläche reichen.

Das submucöse Gewebe selbst ist ebenso wie im Oesophagus ziemlich dicht und circa 0.2 Millim. dick.

Die äussere Muskelschichte zeigt, obwohl nicht überall eine innere Rings- und eine um Vieles schwächere äussere Längsschichte.

An einzelnen Stellen finden sich statt der letzteren einige schief verlaufende Bündel, welche weiter unten in die Ringsschichte einziehen. — Gegen den Pylorus wird sowohl die Rings-, als auch die nun selbständig gewordene Längsschichte mächtiger.

Die Nerven und Ganglien verhalten sich hier ebenso wie im Darmkanale anderer Wirbelthiere.

E. **Dünndarm.** Von E. Verson.

Der Dünndarm ist eine directe Fortsetzung des Magens und besteht, wie dieser, innerhalb seiner Peritonealhülle aus zwei ineinander gesteckten Schläuchen, welche durch mehr oder weniger festes Bindegewebe aneinander haften. Der äussere ist musculös, der innere stellt die sogenannte Schleimhaut dar. Das die Verbindung vermittelnde Bindegewebe zeigt sehr verschiedene Mächtigkeit, sonst aber nichts Eigenthümliches: es enthält einige elastische Fasern und zahlreiche Bindegewebskörperchen.

Das Dickenverhältniss der zwei Schläuche zu einander ist zu variirend, als dass man ein bestimmtes Maass aufstellen könnte. Im Allgemeinen mag der Muskelschlauch wohl dreimal so stark sein, als die Schleimhaut, und die Dicke der ganzen Darmwandung mit Einschluss der Peritonealhülle dürfte beim Menschen kaum auf mehr als 1 Millim. angeschlagen werden; freilich ergeben aber Messungen an verschiedenen Stellen, je nach dem Contractionszustande der Muskelhäute, auch sehr abweichende Zahlen.

Das einhüllende Peritoneum besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit elastischen Fasern und sitzt entweder direct dem Muskelschlauche auf, oder durch Vermittelung eines lockeren, sparsamen Bindegewebes. Seine freie Fläche trägt ungeschichtetes Pflasterepithel, dessen Zellen von der Kante gesehen als dünne Schüppchen mit vorspringenden Kernen erscheinen.

A. Muskelschlauch.

Der Muskelschlauch des Dünndarms ist in zwei über einander liegende Schichten differenzirt, welche nach ihrer Faserungsrichtung als äussere Längs- und innere Ringsfaserschichte unterschieden werden: erstere folgt dem Zuge der Gedärme, letztere liegt mehr oder weniger senkrecht darauf und umgreift das Darmrohr in circulären oder spiraligen Touren. Von diesen zwei Haupt-

richtungen weichen nur einzelne Fasern ab, indem sie den Muskelschlauch radiär oder schief durchsetzen; zu stärkeren Bündeln vereinigt finden sich solche nur zuweilen im obersten Abschnitte des Duodenums, hart am Pylorus vor. Dieselben lassen sich von diesem in gedrängter Spirale bis in die Längsfaserschichte des Zwölffingerdarms verfolgen.

Der Muskelschlauch des Dünndarms büsst in seinem Verlaufe bis zur Ileocöcalklappe an Stärke fortwährend ein, und ist diese Abnahme besonders an der Längsfaserschichte ersichtlich, welche in der untersten Partie des Ileums stellenweise selbst mangeln kann. Die Ringfaserschichte ist wohl im Allgemeinen stärker ale die Längsfaserschichte, und beträgt am Erwachsenen ungefähr 0.2—3 Millim., während die Längsfaserschichte kaum über 0.1 Millim. dick wird. Es kann sich aber dieses Verhältniss auch umkehren, und man findet zuweilen stellenweise Anhäufung von Längsfasern bei entsprechender Verdünnung der Ringsfaserschichte.

Am Duodenum läuft bekanntlich das Bauchfell einfach über dasselbe weg und lässt dessen hintere Fläche frei. An der unteren Krümmung nun ist diese durch einen organischen Muskel an die Bauchwand geheftet, den Treitz [1] Suspensorius duodeni heisst. Derselbe besteht aus einigen Bündeln der Längsfaserschichte, welche sehnig werdend in das dichte Bindegewebe um den Stamm der Art. coeliaca und Mesenterica eintreten und sich hier verlieren. Die Bündel breiten sich vorwiegend in der Fläche aus, und während sie kaum 2—3 Millim. dick werden, erreicht ihre Breite fast das Zehnfache davon. Vom Zwerchfell (rechten Rande des Foramen oesophageum und inneren Schenkeln) kommen ihnen nicht selten Verstärkungsbündel entgegen.

Eine fernere Fixirung durch Muskeln erfährt der Zwölffingerdarm am Kopfe des Pancreas. An dem kindlichen Duodenum finde ich das Pancreasgewebe gegen die Längsfaserschichte des ersteren nicht immer scharf abgesetzt. Die Längsfaserschichte lässt vielmehr stellenweise Acinigruppen der Bauchspeicheldrüse durch Lücken zwischen ihren Muskelzügen, unter diese und bis an die Ringsfaserschichte treten — stellenweise strahlen wieder einzelne Muskelbündel von ihr aus, um im Pancreaskopfe zwischen die Acini einzudringen. Ebenso kann aber auch die Ringfaserschichte ihr Gebiet überschreiten, und so finde ich an einem Längsschnitte hart am Pylorus der Ratte ein ansehnliches Bündel glatter Muskelfasern von ihr abtreten, welches ähnlich wie die beschriebenen Bündel im Pancreaskopfe, in ein Aggregat Brunner'scher Drüsen eintritt, und hier ebenfalls zwischen den Acinis sich vertheilt.

Im weiteren Verlauf zeigt der Muskelschlauch, abgesehen von der allmähligen Vedünnung, nichts Erwähnenswerthes mehr bis zur Valvula coli. Durch diese geht, besonders auffällig beim neugebornen Kinde, nur die Zirkelfaserschichte continuirlich durch, während die Längsfaserschichte unterbrochen

---

1) Ueber einen neuen Muskel am Duodenum des Menschen. Prager Vierteljahrsschrift Bd. I.

ist; und zwar verdünnen sich die Züge der letzteren, welche einerseits vom Ileum und andererseits vom Colon herkommen, gegen das freie Ende der Klappe sehr bedeutend, wechseln auch manches Muskelbündel mit einander aus und biegen endlich, wie mich einzelne Präparate lehren, in die anstossende Ringfaserschichte ein.

Bei Thieren findet man mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von diesem Verhalten. So will ich denn erwähnen, dass bei der Katze die Längsfaserschichte in die Bildung der Klappe nicht eingeht, sondern meist glatt mit dem Peritoneum darüber wegstreicht. Anderentheils verhält sich hier die Ringfaserhaut des Dünndarmes zu jener des Dickdarmes wie ein dünneres Rohr (Ileum), welches durch ein seitliches Loch in die Wand eines dickeren Rohres (Colon) so eingeschoben ist, dass jenes mit freiem Rande in das Lumen dieses vorragt. Beim Hunde ragt ebenso die Zirkelfaserhaut des Dünndarms frei mit ihrem Rande vor. Eine Verschiedenheit besteht aber doch insofern, als die Längsfaserschichte an der Klappe unterbrochen erscheint.

Legt man ein Stück Muskelschlauch, den man sich leicht mit der Pincette abpräpariren kann, in eine Mischung von 1 Vol. starker Essigsäure und 99 Vol. destillirten Wassers, oder in 32.5 procentige Kalilauge (Molleschott), so gelingt es leicht, schon nach wenigen Minuten denselben in Faserzellen zu zerlegen, welche besonders nach ersterem Verfahren einen deutlichen Kern mit einem oder zwei Kernkörperchen zeigen. Die Muskelzellen erscheinen glatt, zuweilen auch zackig gefaltet, beim Menschen selten länger als 0.225 Millim., 0.005 Millim. breit; Längs- und Ringsfaserhaut lassen keinen Unterschied in der Grösse ihrer Elemente erkennen. Bei anderen Säugethieren können sie auch länger und breiter sein, was für die Amphibien in noch höherem Grade gilt. Unter den letzteren haben Proteus und Salamander die grössten aufzuweisen.

Die einzelnen Muskelfasern sind im Muskelschlauch des Darmes durch Kittsubstanz aneinandergehalten. Grössere Bündel solcher sind von Bindegewebszügen umschlossen, welche auf Querschnitten die Muskelsubstanz theils in zahlreiche, gleich grosse Felder, theils in stärkere, durch die ganze Dicke der Muskelhaut greifende Fächer zerfallen lassen.

B. Schleimhaut.

Eigentliche Schleimhaut. Die Schleimhaut bildet den inneren Schlauch und zeigt eigenthümliche Erhabenheiten, welche als Falten und Zotten in das Lumen des Darmrohres vorspringen.

Die Falten, auch Valvulae conniventes Kerkringii genannt, breiten sich in einer auf der Längsrichtung des Darmes mehr oder weniger senkrechten aus, verlaufen parallel zu einander, oder stossen wohl auch unter spitzen Winkeln zusammen, und rücken gegen das Ende des Dünndarms immer weiter von einander. Man pflegt die Kerkring'schen Falten als bleibende Bildungen an-

zunehmen, weil der Muskelschlauch in dieselben nicht eingeht. Es kommen jedoch Dünndarmstücke vom Kinde vor, wo contrahirte und relaxirte Stellen des Muskelschlauches nebeneinander liegen. An ersteren findet man die Schleimhautfalten vorspringend, scharf begrenzt, an letzteren dagegen völlig verstrichen, und es liegt also die Annahme nahe, dass besagte Falten von der Contraction des Muskelschlauches nicht ganz unabhängig sind.

Die Zotten des Dünndarms dagegen stellen beschränktere Erhebungen der Schleimhaut dar, welche erst im absteigenden Stücke des Duodenums beginnen, hier am dichtesten stehen, und immer mehr von einander rückend, bis zum freien Rande der Ileocoecalklappe sich erstrecken. Ihre Form ist sehr mannigfaltig. Sie sind bald cylindrisch, bald kegelförmig, bald keulenförmig oder blattartig ausgebreitet, was zum Theil vom Contractionszustand der Muskelhäute und ihrer eigenen Muskulatur abhängt und wesshalb auch ihre Länge sehr wechselnd ist; man giebt für die Länge der menschlichen Darmzotten 0.4—0.6 Millim., für die Breite derselben 0.06—0.12 Millim. an.

In jeder Zotte findet man einen oder zwei (selten drei) centrale Räume, als die Anfänge der Chyluswege (siehe Lymphgefässe).

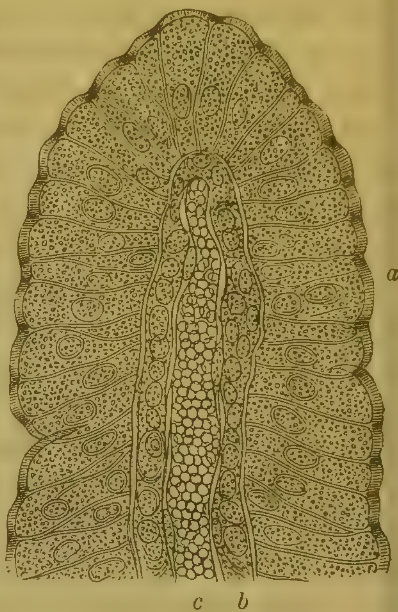


Fig. 107. Zottendurchschnitt aus dem Kaninchendarm. *a* Epithel. *b* Stroma. *c* Centraler Raum.

Der feinere Bau des Zottenparenchyms stimmt mit jenem der übrigen Schleimhaut vollkommen überein. Diese selbst besteht aus sogenanntem adenoiden Gewebe (His), d. h. aus einem Netze anastomosirender Körperchen, welches in seinen Maschen Zellen einschliesst. Dieses Verhältniss findet sich aber nicht in allen Thierklassen gleich ausgeprägt, und selbst in einer und derselben Species treten mit vorschreitendem Alter Veränderungen ein, in Folge welcher das netzförmige Gewebe zu einem mehr gleichartigen Balkenwerke, zu einem dünnen Fadennetze wird, an dessen Kreuzungspuncten man kaum hie und da noch einen Kern erkennen kann. Gleichzeitig nimmt auch die Zahl der in den Maschen eingeschlossenen Zellen ab. Unmittelbar unter dem Epithel kann man stellenweise dieselbe Umwandlung des adenoiden Gewebes der Schleimhaut beobachten, was zur Annahme einer besonderen Basalmembran zwischen Epithel und Schleimhaut führte. Eine solche besteht jedoch weder zusammenhängend, noch ist sie für sich darstellbar.

L y m p h f o l l i k e l. Am freien Rande des Jejunum und Ileum fallen rundliche oder ellyptische, und in diesem Falle mit der Längsaxe des Darmes gleichlaufende Stellen von 1—5 Centim. Länge und 7—20 Millim. Breite auf, welche gegen das Lumen etwas convex vorspringen, gleichzeitig aber nur

wenige oder gar keine Zotten tragen. Es sind das die Peyer'schen Plaques, welche bei schwacher Vergrösserung, oder zuweilen schon dem freien Auge, als Aggregate von kaum hirsekorngrossen, rundlichen, oder mehr birn- und flaschenförmigen Körperchen, sogenannten Follikeln erscheinen. Diese dringen mit ihrem abgerundeten Grunde in die Tunica submucosa hinein, während ihr dünneres Ende die Schleimhautoberfläche hervorwölbt, und müssen daher die Muscularis mucosae durchsetzen, welche in der That auseinanderweicht, um Lücken für den Durchtritt der Follikel zu bilden.

Eine Peyer'sche Plaque kann zwanzig und noch viel mehr solcher Follikel

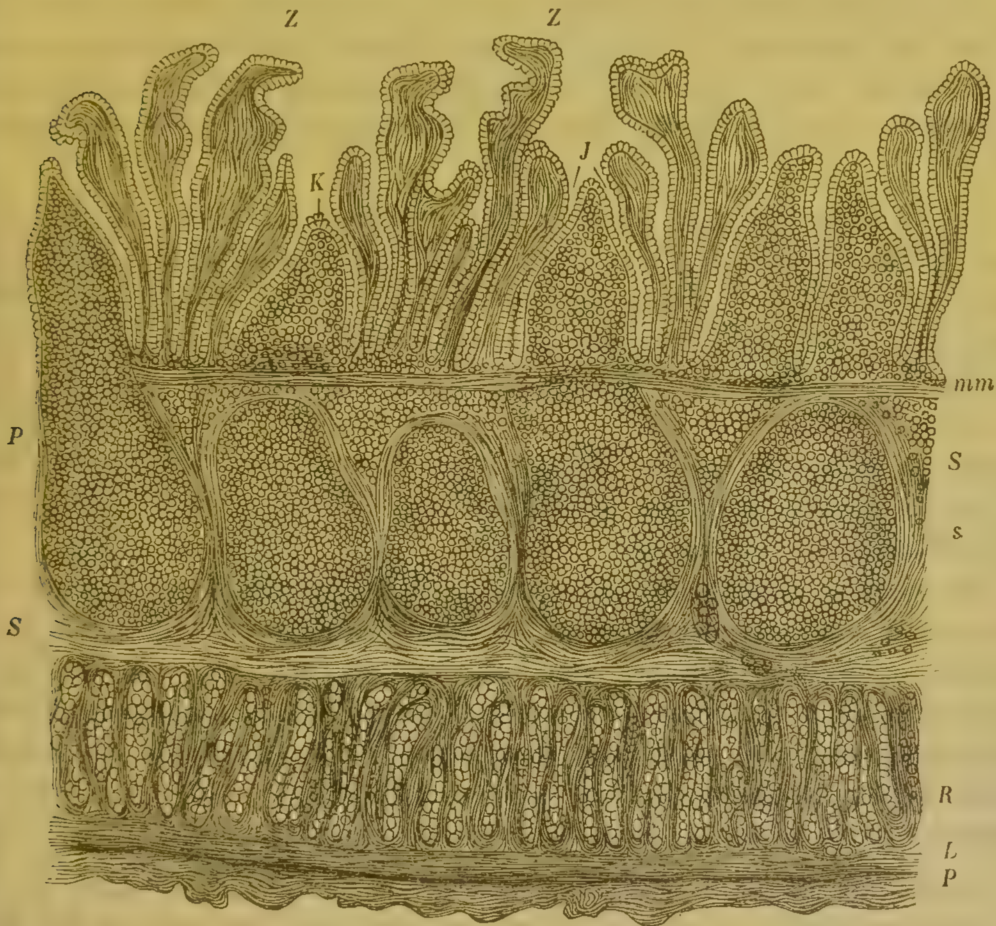


Fig. 108. Längsschnitt durch den Dünndarm des Kaninchens. *Z Z* Zotten. *J* Krypte. *P* Plaques. *K* Kuppe eines Follikels. *S* Submucosa. *mm* Muscularis mucosae. *R* Ringmuskel. *L* Längsmuskelschichte. *P* Peritoneum.

fassen, dicht aneinander gedrängt, so dass dieselben nur durch dünne Einschübe der Submucosa von einander getrennt, sich nach unten gegenseitig abzuplatten scheinen; nach oben zu, und besonders oberhalb der Muscularis mucosae, ist die seitliche Abgrenzung der einzelnen Follikel verwischt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt eine eigenthümliche Uebereinstimmung im Baue dieser Gebilde mit den sogenannten Marksträngen der Lymphdrüsen, und als Lymphdrüsen werden dieselben nach dem Vorgange Ziegler's und Brücke's in neuerer Zeit auch wirklich aufgefasst. Ein noch so

feiner Schnitt durch einen Follikel geführt, lässt an diesem nur eine unregelmässige Anhäufung von zelligen Elementen erkennen; entfernt man aber diese durch Auspinselung oder noch besser durch Schütteln der Präparate in einer mit Wasser halbgefüllten Eprouvette, so kommt ein ähnliches, wenn auch dichteres Netzwerk zur Ansicht, wie es die Schleimhaut des Dünndarms überhaupt darbietet. Der Follikel besteht demnach aus einem netzartig angeordneten Gerüste und aus zelligen Elementen, Lymphkörperchen, welche die Maschenräume desselben ausfüllen. Wie aber das Netzwerk der Schleimhaut unter Umständen histologische Unterschiede darbietet, so kann sich auch das Gerüste der Darmfollikel verschieden gestalten, und bald erscheint es als ein Gewebe von anastomosirenden Zellen, deren Kerne in die verdickten Knotenpuncte fallen (Kind, Kaninchen), bald als ein starres, hyalines Balkenwerk (erwachsener Mensch, Katze), bald als fadenartiges Maschengewebe (junger Hund).

Das Gerüste nun geht oberhalb der Muscularis mucosae und nach den Seiten hin unmittelbar in das Netzgewebe der Schleimhaut über; in den unteren Partien dagegen verzieht es seine Maschen gegen die Peripherie immer dichter und grenzt an das Epithel der sogenannten Lymphsinuse, oder setzt sich, wo die Lymphsinuse fehlen, an das dichte, submucöse Gewebe an, welches strangförmige Scheidewände den Follikeln entlang und bis nahe an die Muscularis mucosae hintreibt. Reichen diese Scheidewände nicht so hoch hinauf, so können die Follikel noch unterhalb der Muscularis mucosae durch eine kurze Strecke zusammenhängen.

Das Gerüste steht aber anderntheils in directer Verbindung mit den Gefässen des Follikels, und zwar nicht allein mit den stärkeren derselben durch Vermittlung ihrer Adventitien, sondern auch mit den dünnsten Capillaren. Ein fadenförmiges Gerüste eignet sich ganz besonders zur Demonstrirung dieses Factums, und man beobachtet an so beschaffenen Präparaten von den Capillaren häufige Sprossen abgehen, welche sich plötzlich zu einem Faden verdünnen, und als solche mit dem übrigen Gerüste verschmelzen.

Wie beim Menschen reichen bei den meisten Thieren die Follikel bis zur Schleimhautoberfläche und erheben dieselbe kappenförmig (Kaninchen, Schaf, Kalb, Schwein). Seltner geschieht es dagegen, dass die Follikel die Schleimhautoberfläche nicht erreichen, und früher schon in das gewöhnliche, adenoide Gewebe der Schleimhaut übergehen (Katze).

Während die Peyer'schen Haufen regelmässig dem Mesenterialrande gegenübersitzen, kommen einzelne, solitär stehende Follikel auch unregelmässig zerstreut vor. Sowohl diese als auch die Peyer'schen Haufen stehen in den untersten Ileumtheilen viel gedrängter. Die Anzahl der Peyer'schen Plaques in einem Dünndarme kann sehr verschieden sein; die Autoren geben als Mittelzahl 20 an, ohne jedoch eine bestimmte Grenze ziehen zu können. Sind sie sehr zahlreich vertreten, so reichen sie auch in die höheren Darmpartieen hin-

auf: Middeldorpf fand sie selbst in der unteren Krümmung des Zwölffinger-darms noch vor.

Drüsen. Die secernirenden Drüsen des Dünndarms sind nach einem zweifachen Typus gebaut: trauben- und schlauchförmig, und werden nach ihren Entdeckern, erstere Brunner'sche, letztere Lieberkühn'sche Drüsen genannt.

Die Brunner'schen Drüsen stimmen im Baue vollkommen mit den übrigen acinösen Drüsen der Schleimhäute überein, und stellen beim Menschen Gruppen von 5—10 und mehr Acinis dar, welche sich zu einem Ausführungsgange vereinigen, der die Schleimhaut durchsetzt und an deren Oberfläche mündet. Die Grösse der Acini beträgt ungefähr 0.07—0.14 Millim. im Durchmesser. Dieselben bestehen aus einer structurlosen Blase, die innen mit niedrigen Cylinderzellen ausgekleidet ist; der Ausführungsgang führt ähnliches Epithel.

Die Brunner'schen Drüsen liegen im submucösen Bindegewebe eingebettet und können zu solchen Haufen anschwellen, dass die ganze Tunica nervea verschwindet und sie einerseits an den Muskelschlauch, andererseits an die Muscularis mucosae angrenzen. Letztere stellt übrigens keine absolut strenge Grenze dar, und man findet nicht gar selten einen Acinus über sie gegen die Schleimhaut vorragen, während andererseits schwache Bündel ihrer Faserzellen das Bindegewebe zwischen den Drüsenbläschen betreten und sich hier vertheilen können.

Die Hauptmasse der Brunner'schen Drüsen findet sich in der Höhe des Pylorus vor. Beim Menschen zerstreuen sich aber einzelne Drüsenaggregate gerne nach unten, während bei anderen Thieren das ganze Drüsenconvolu eine zusammenhängende Masse darstellt. Besonders schön zeigt die Ratte dieses Verhältniss; auch ist an der Ratte die oberwähnte Vertheilung der Muskelfasern zwischen den Drüsenbläschen nicht schwer zu constatiren.

Die Lieberkühn'schen Krypten stellen schlauchartige Vertiefungen der Schleimhaut dar, welche mit ihrem blinden Grunde bis zur Muscularis mucosae reichen; indem sie ziemlich senkrecht auf der Schleimhautoberfläche liegen, geben sie ein Maass für die Dicke der Schleimhaut selbst ab. Ihre Höhe schwankt daher von 0.34—0.5 Millim; ihr Querdurchmesser beträgt 0.06—0.08 Millim.

Man lässt gewöhnlich die Krypten aus einer structurlosen Membrana propria und einem darauf sitzenden Cylinderepithel bestehen. Was das letztere anlangt, ist es identisch mit dem übrigen Darmepithel und gilt für dasselbe Alles, was über das Darmepithel überhaupt gesagt werden wird. Namentlich muss betont werden, das es ebenso wie dieses letztere mit einem Stäbchenbesatz versehen ist. Ein geringer Unterschied besteht nur darin, dass bei den Epithelialzellen der Krypten die aufsitzende Basis meist breiter als die freie Fläche ist, was einleuchtend wird, wenn man bedenkt, dass ihre freien Flächen ein engeres Lumen begrenzen, als es der epithellose Schlauch darstellt.

Gelingt es an einem sehr feinen Darmschnitte durch Auspinselung das

Epithel der Krypten vollständig zu entfernen, oder ergeben sich solche Stellen von selbst, so kann man sich leicht überzeugen, dass die sogenannte Membrana propria der Krypten nicht völlig structurlos ist. Von den Scheidewänden, welche wie Balken zwischen den Drüsenschläuchen stehen, strahlen einzelne, zarte Fäserchen in die Grundmembran aus, welche die Längsrichtung des Schlauches einhalten und gegen die freie Mündung desselben mit einer ähnlichen, aber zur Längsachse der Drüse quer stehenden Faserung zusammenhängen, welche anderntheils, wie die Aeste vom Baumstamme, von den



Fig. 109. Krypte und angrenzendes Follikulargewebe aus dem Kaninchendarm. *K* Krypte *a a*. Epithel, *d* ausgepinseltes, adenoides Gewebe. *T* faseriges Gewebe an der entgegengesetzten Seite.

Scheidewänden der Drüsen unter fast rechtem Winkel abtreten. Ueberdem zeigen solche Membranen eine schöne, rundlich-polygonale Zeichnung, den Basen der abgefallenen Epithelialzellen entsprechend.)

Die Lieberkühn'schen Drüsen nehmen die ganze freie Darmfläche ein, mit Ausnahme der Zottenbasen und der Oberfläche der Follikel. Während ihre Mündungen an den ersteren auseinanderweichen müssen, bauchen sie sich nach innen unten fast bis zur Berührung einander wieder zu und lassen nur schmale Zwischenräume zum Durchtritte der Gefässe und Muskelbündel zwischen sich frei. Ueber den Follikeln fehlen sie gewöhnlich gänzlich, was namentlich für jene Fälle gilt, wo die Follikel kuppenförmig in das Darmlumen

vorragen: sie sind dann um diese Erhabenheiten kranzartig angeordnet, was zur Bezeichnung Corona tubulorum (Joh. Müller) geführt hat. —

Muscularis mucosae. An der Grenze zwischen Schleimhaut und submucösem Gewebe entdeckten Middeldorpf[1] und Brücke[2] eine Schichte organischer Muskelfasern, welche vom Anfang bis zum Ende des ganzen Darmtractus sich verfolgen lässt und von der Ausläufer nach verschiedenen Richtungen sich abzweigen.

An der Muskelschichte der Schleimhaut unterscheidet man je nach der Richtung, welche die sie constituirenden Fasern vorzugsweise einhalten, zwei Lagen von nahezu gleicher Stärke: eine Ring- und eine Längsfaserschichte, welche jedoch stellenweise auch ineinander aufgehen können.

Die Muskelschichte erscheint häufig unterbrochen, um Lymphfollikel durchtreten zu lassen, ferner um den blinden Grund Lieberkühn'scher Krypten in sich aufzunehmen, oder endlich kann sie an und für sich eine netzartige Anordnung darbieten und es ist daher erklärlich, dass Darmschnitte bald Ring- und Längsfaserschichte in continuirlichem Zusammenhange zeigen, bald nur eine derselben, bald beide stellenweise fehlen. Ferner kann auch bei verschiedenen Thieren die Anordnung sich mehr einem oder dem andern dieser Typen nähern, und so erwähne ich das Kind, bei dem die Ringfaserschichte fast ganz eingeht, so dass der Muskelzug eine vorwiegend longitudinale Richtung einhält und stellenweise zu prachtvollen Netzen auseinanderfährt; ferner das Kaninchen, bei dem trotz der geringen Mächtigkeit die Sonderung in quer- und längsverlaufende Schichte scharf ausgesprochen ist.

Von den Ausläufern der Muscularis mucosae war schon theilweise die Rede, als wir deren einige zwischen den Acinis der Brunner'schen Drüsen auffanden. Von grösserer Wichtigkeit und constantem Vorkommen sind jene, welche nach der Schleimaut selbst sich abzweigen und von Brücke[3] und Kölliker[4] aufgefunden wurden. Dieselben bilden einestheils gestreckte Züge von zuweilen nur einer Faserzelle im Querschnitt, welche zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen aufsteigen und besonders in der Nähe der freien Schleimhautfläche nicht selten durch einzelne Querfasern zusammenhängen; anderntheils aber stärkere Bündel bis zu zwölf Faserzellen im Querschnitt betragend, welche in die Zotten eindringen und dieselben der ganzen Länge nach durchsetzen. Die Muskelbündel treten theils jedes für sich in die Zotte ein, theils (besonders bei schmäleren Zotten) vereinigt und divergiren erst an der Basis derselben, so dass man fast immer ein doppeltes System von Muskelbündeln unterscheiden kann; die einen legen sich an die centralen Chylusräume an und helfen so mit dem Epithel derselben die Begrenzungswand bilden — die andern ver-

---

1) De Glandulis Brunnerianis. Diss. Vratisl. 1846.

2) Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Februarheft 1851. 3) l. c.

4) Ueber das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Schleimhäuten. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Heft 1. 1851.

laufen im Parenchym der Zotte selbst nach oben, indem sie die Maschenräume des adenoiden Gewebes durchsetzen und hängen häufig durch anastomosirende, schiefe Faserzellen mit einander zusammen (His). Die Anzahl solcher Muskelbündel kann in einer Zotte bis 20 und mehr betragen, wie das besonders beim Hund und bei der Katze der Fall ist; an einem Zottenlängsschnitt liegen oft 7—10 Muskelbündel neben einander.

Bei fast ausgetragenen Embryonen von Meerschweinchen finden sich noch statt der ausgebildeten Zotten solide, papillenartige Zellenwucherungen vor und neben diesen solche, welche von der Basis gegen die Spitze aus eine mehr oder weniger tief reichende, centrale Aushöhlung besitzen. In letzterer nun kann man nebst den in sie eingestülpten Gefässen auch einen Zug Muskelfasern mit Sicherheit nachweisen, der von der Muscularis mucosae kommend, am blinden Ende der Zottenhöhlung schlingenförmig umbiegt und zur Muscularis mucosae zurückkehrt. Auch von einer erwachsenen Katze habe ich ein Zottenpräparat erhalten, an dem dieses Verhältniss erkennbar ist, und ich glaube daher auf diesen Befund die Angabe von Donders [1] zurückführen zu dürfen, nach welcher unter der Spitze der Zotten auch quere Muskelfasern vorkommen. Ich selbst sah deren nicht selten bei Kind, Katze und Ratte und beziehe sie nach dem Vorhergesagten auf die schlingenförmige Umbiegung der Muskelfasern unter der Zottenspitze. —

Die Faserzellen der Muscularis mucosae sind kürzer und schmäler als jene des eigentlichen Muskelschlauches, nach Moleschott sind sie kaum 0.06 Millim. lang. Die ganze Muskelschichte der Schleimhaut ist beim Menschen gewöhnlich nicht stärker als 0.021 Millim., sie kann aber auch auf die Hälfte und weniger herabsinken.

Epithel. Die freie Fläche der Schleimhaut ist mit Cylinderzellen überzogen, welche im Allgemeinen einschichtig geordnet, an einzelnen Stellen, wie z. B. oberhalb der Peyer'schen Haufen, noch rundliche Zellen zwischen ihren aufsitzenden Enden erkennen lassen.

Die Epithelialzellen des Dünndarms erscheinen bald cylindrisch geformt, bald kegelförmig und sitzen im letzteren Falle mit der Spitze fest, während sie die Basis dem Darmlumen zuwenden. Durch Reagentien lassen sich diese Formen sehr bedeutend modificiren und die Zellen erscheinen dann keulenförmig, gebaucht, in Fortsätze ausgezogen und dergl. An der freien Fläche fallen die unversehrten Epithelzellen des Darmes durch einen breiten Saum auf, welcher unter günstigen Bedingungen (namentlich guten Mikroskopen) eine Zeichnung in Form feiner, mit der Längsaxe der Zellen parallel laufender Linien erkennen lässt. Sind die Zellen schon Veränderungen eingegangen, so wird die Streifung unregelmässiger, einzelne Linien ragen vor, andere weichen vom Parallelismus der übrigen ab. Es wird darüber gestritten, ob diese Striche der Ausdruck von Porenkanälchen sind, welche den Saum durch-

1) Physiologie I.

setzen Funke [1], Kölliker [2]) oder aber der Ausdruck von Stäbchen, aus welchen dieser aufgebaut sein soll (Brettauer und Steinach [3]). Dieser Streit hat jetzt insofern an Bedeutung verloren, als uns weder der Stäbchenbau noch die Poren Aufschluss bringen über den Gang der Fettkügelchen bei der Resorption.

Eine sehr auffallende und häufige Erscheinung ist es, dass neben den gewöhnlichen Cylinderzellen des Darmes noch glocken- oder becherförmige Gebilde mit nach der Darmhöhle zu offenen Mündungen auftreten, welche in ihrem Grunde einen mehr oder weniger grossen Protoplasma-Klumpen mit oder ohne Kern einschliessen. Brettauer und Steinach [4] haben zuerst die Ansicht vertheidigt, dass diese Bechergebilde Umwandlungsproducte der Cylinderzellen seien. Es wird aber noch bis zum heutigen Tage darüber gestritten, ob, wie es Henle [5] ausdrückt, jene Körperchen umgewandelte Epithelialcylinder oder Formelemente eigener Art sind. Die Cylinderzellen des Dünndarms sind so zarte Gebilde, dass man sie im frischen Zustande nur ohne Zusatz von Reagentien auf einer dem lebenden Thiere ausgeschnittenen Schleimhautfalte mit sehr gelinde angedrücktem Deckglas untersuchen muss. Nur das so behandelte Präparat giebt über die Darmepithelien Aufschluss, nur so gelingt es in der Vogelperspective, das gleichmässige Mosaik zu sehen, welches von den Basen der die Zotten überkleidenden Zellen gebildet wird, nur so überzeugt man sich, dass eine Zellenendfläche wie die andere aussieht und dass eben nur ihre Grösse und Form wechselt. — Schon nach einer Minute treten an einzelnen Basen helle, glänzende Stellen auf und nach einiger Zeit sind auch schon Becher vorhanden. Die Handhabung der Stellschraube führt zu der untrüglichen Entscheidung, dass diese glänzenden Flecke Erhabenheiten entsprechen, welche an verschiedenen Stellen ungleich hoch über die Epithelien vorragen. In Rücksicht nun auf diesen Vorgang, in Rücksicht darauf, dass das Auftreten von Erhabenheiten, respective das Austreten von kugeligen Gebilden aus den Cylinderzellen durch Brücke schon aus der Profilansicht der Zellen erwiesen wurde, ist es unzweifelhaft, dass aus den Cylinderepithelien sehr rasch nach ihrer Entfernung aus dem lebenden Organismus Inhaltsportionen austreten und dadurch becherförmige Gebilde entstehen. Stricker und Kocslakof haben gezeigt, dass ein solcher Vorgang bei acuten, catarrhalischen Prozessen besonders ausgeprägt erscheint, indem das Cylinderepithel der catarrhalisch afficirten Magen und Darmschleimhaut des Kaninchens schon im frischen Zustande auf ganzen Strecken nur aus Becherzellen zusammengesetzt sei. Erwägt man dazu, dass es nach Behandlung mit Reagentien nicht selten gelingt, den grössten Theil des Epithels des gesammten Darms in Becher umzuwandeln, so wird man sich füglich der Ansicht nicht verschliessen, dass aus den gewöhnlichen Cylinderzellen Becher entstehen können.

---

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, VI. 2) Würzburger Verhandlungen, VI.
3) Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaften, 1857.
4) l. c. 5) Handbuch der Eingeweidelehre, 1862, p. 165.

Dabei lässt sich aber nicht viel dagegen einwenden, die Epithelien nach dem Vorgange Leydig's und F. E. Schultze's als einzellige Drüsen zu bezeichnen. Man braucht nur das, was die Zelle entleert, als das Secret, die Düte mit dem Zellenreste an ihrem Grunde aber als Drüse aufzufassen Es ist auch bis jetzt kein Grund ins Feld zu führen gegen die Annahme, dass die Zellen die Umgestaltung zu Bechern nur auf einem gewissen Entwicklungszustande eingehen können.

Auch lässt sich vorläufig nicht gegen die Behauptung kämpfen, dass neben den Epithelien, aus welchen die bisjezt genannten Becher entstehen, noch besondere Becher — oder röhrenförmige Gebilde vorhanden sind. Diese Behauptung ist zwar bis zum heutigen Tage nicht erwiesen, aber es spricht eben so wenig gegen sie, dass man die Gebilde im frischen Zustande nicht sehen und im veränderten Zustande von den Kunstbechern nicht unterscheiden kann[1].

Die Becherbildung erstreckt sich übrigens nicht nur auf die Zellen, sondern wie Basch[2] gezeigt hat auch auf die Kerne. Wenn man das Darmepithel des Frosches mit Borsäure behandelt, so kommen solche Bilder häufig zur Anschauung. Die Kerne sind entweder einfach oder an zwei Stellen durchbrochen, und aus der Mündung hängen nicht selten halbausgetretene Klumpen heraus.

Heidenhain[3] gab für das Zottenepithel an, dass das aufsitzende Ende der Zellen mit allmählicher Verdünnung in einen Fortsatz ausgeht, der mit Bindegewebskörperchen des Zottenparenchyms in Zusammenhang tritt. Diese Angabe ist aber nur von Wenigen bestätigt, von den meisten Histologen bestritten worden.

Als die günstigsten Thiere, an deren Zotten man den Zusammenhang des Epithels mit einem unter dem Epithel liegenden Netze am besten beobachten könne, wurden die Meerschweinchen genannt. Bei diesen und bei den Ratten trifft man nämlich häufig das Zottenepithel vom Parenchym abgelöst, wie Handschuhe von den Fingern, und man sieht dann thatsächlich zwischen Parenchym und Epithel ein zartes Netzwerk, dessen Fäden anscheinend eine Communication bald mit dem ersteren, bald mit dem letzteren eingehen. In diesem Falle liegt aber dem Netzwerk ein Kunstproduct zu Grunde. Das Netzwerk ist aus kugeligen Gebilden aufgebaut. Man kann die Uebergänge von lose nebeneinandergelegten Kugeln bis zu dem scheinbaren Netzwerk deutlich verfolgen. Ob diese Kugeln veränderte rothe Blutkörperchen, oder Abkömmlinge der Epithelien oder anderer Zellen sind, lässt sich mit Sicherheit nicht erschliessen. Das Aussehen und der Vergleich mit durch Chromsäure veränderten rothen Blutkörperchen macht die erstere Meinung wahrscheinlicher.

---

1) Die umfangreiche Literatur über dieses Thema ist in einer Abhandlung Eimer's »Zur Geschichte der Becherzellen, Berlin 1868« vollständig verzeichnet.

2) Centralblatt 1869.

3) Die Absorptionswege des Fettes, Moleschott's Untersuchungen, Bd. IV.

Bei diesen Thieren besteht also geradezu keine Verbindung zwischen Epithel und Stroma.

Schwieriger ist es, sich über diese Frage in den Fällen auszusprechen, wo das Epithel nicht abgelöst ist, und man also häufig in die Lage kommt, entscheiden zu müssen, ob zwei Fäden, die aneinander grenzen, auch ineinander übergehen.

Nerven. Man unterscheidet auch am Dünndarm zwei grosse Lager von Ganglienmasse, welche einestheils in der Tunica submucosa, anderntheils zwischen musculöser Rings- und Längsfaserschichte sich ausbreiten. Erstere von Meissner[1] zuerst beschrieben, bietet fast ausschliesslich eine flächenhafte Anordnung dar, wenngleich einzelne Ganglien gegen die Schleimhaut sich aufrichten und zwischen je zwei Follikel sich eindrängen; letztere von Auerbach[2] entdeckt, stellt mehr unregelmässige, knollige Ganglienmassen dar, welche sich mit Vorliebe an den Stellen häufen, wo bindegewebige Septa in die Ringsfaserschichte eindringen.

Von den einzelnen Ganglien, welche bis 0.4 Millim. im Durchmesser betragen können, sowie durch dieselben ziehen nun Nervenstämmchen, von 0.002—0.004 Millim. Breite, welche netzartig anastomosiren und mit den bindegewebigen Scheidewänden die Ringsfaserschichte sowohl durchsetzen, um so die Verbindung zwischen den beiden Ganglienlagern herzustellen, als auch die muskulöse Längsfaserschichte durchbohren, um mit den Mesenterialnerven in Zusammenhang zu treten. Auch im Verlaufe dieser Nervenstämmchen findet man einzelne kleinere Ganglien eingestreut.

Ueber die Fortsetzung dieses Nervensystems in der Schleimhaut, sowie dessen Vertheilung in dieser, ist bisjetzt nichts Sicheres bekannt. Ebenso über die Endigung der blassen Nervenfasern in den organischen Faserzellen der Muskelhaut.

Die Nervenzellen, welche zu 3—30 ein Ganglion zusammensetzen, sind beim Menschen uni- und multipolar und haben einen Durchmesser von 0.006 bis 0.019 Millim.

Die Nervenstämmchen bestehen aus marklosen Fasern. Sowohl Nervenstämmchen als Ganglien stecken in kernhaltigen Scheiden.

C. Der Dickdarm.

Der Dickdarm, die directe Fortsetzung des dünnen Gedärmes zeigt in seinen einzelnen Abschnitten, Coecum mit dem Processus vermicularis und Colon, im Grossen und Ganzen denselben Bau und dieselben gegenseitigen Beziehungen seiner Elementartheile, wie der Dünndarm.

Das Epithel, das die innere Oberfläche der Schleimhaut bekleidet, ist ein einschichtiges Cylinderepithel.

1) Zeitschrift für rationelle Medicin, VIII, 1857.

2) Ueber einen Plexus myentericus, Breslau 1862.

Die einzelnen Cylinderzellen variiren an Grösse und Form nicht selten sehr bedeutend. Bald sind sie cylindrisch oder kegelförmig mit abgestutzter Spitze, dabei kurz und relativ breit, bald sind sie schmal und nach aussen in einen spitzen Fortsatz auslaufend, ihr Kern ist rundlich oder elliptisch, central oder im unteren, resp. im äusseren Drittel gelegen. Beim Neugebornen Kinde findet man häufig das cylindrische Epithel auf grosse Strecken von dem darunter liegenden Gewebe losgelöst. An dem dicken Basalsaume der Cylinderzellen lässt sich am frischen und gehärteten Präparaten die bekannte feine Streifung nachweisen.

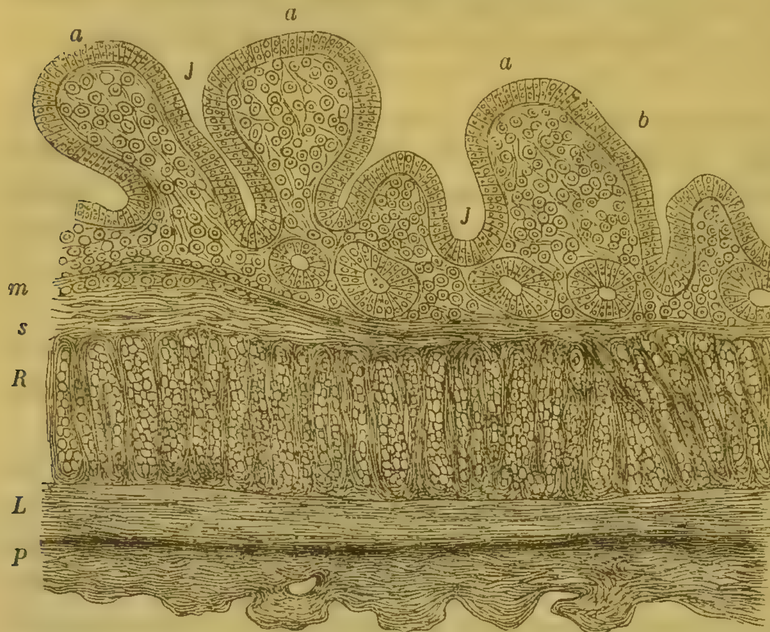


Fig. 110. Durchschnitt durch den Dickdarm des Kaninchens. *J.* Krypte. *a* Epithel. *b* Mucosa. *m* Muscularis mucosae. *s* Submucosa. *R* Ringsmuskelschichte. *L* Längsmuskelschichte. *P* Peritoneum.

Die Mucosa ist ganz so wie im Dünndarm gebaut. Sie besteht aus einem sehr dichten und zarten Zellennetz, in welchem zahlreiche Lymphkörperchen eingelagert sind.

Beim neugebornen Kinde finden sich ausserdem zahlreiche Spindelzellen von derselben Form, wie an anderen Orten im embryonalen Bindegewebe.

In die Mucosa sind die Lieberkühn'schen Krypten eingebettet. Diese stellen bald geradlinige, bald wenig gekrümmte, senkrecht oder schief zur Oberfläche gestellte, überall gleich weite oder häufiger am Grunde kolbig angeschwollene Schläuche vor, von 0.06—0.08 Millim. im queren und 0.35 Millim. im Längsdurchmesser. Das Epithel, das die Schläuche auskleidet, ist eine directe Fortsetzung des Cylinderepithels der Oberfläche und unterscheidet sich in keiner Beziehung von diesem.

Was die Vertheilung der Krypten anlangt, so liegen sie im Coecum und Colon eine dicht neben der anderen, während sie im Processus vermicularis zwar nicht selten, immerhin aber durch grössere Schleimhautpartieen von einander geschieden sind und zugleich kürzer und breiter erscheinen.

Die Muscularis mucosae ist ziemlich schwach entwickelt, ihre Bündel sind stellenweise zu einer inneren Rings- und äusseren Längsschichte deutlich angeordnet, häufig durchkreuzen sie sich am Grunde der Schläuche,

überall ziehen jedoch zahlreiche, kleinere Bündelchen zwischen die Schläuche in die Mucosa ein, in welcher sie zu den Krypten in demselben Verhältnisse stehen wie im Dünndarme.

Das submucöse Gewebe ist locker, daher die im Coecum und im Colon zahlreich zu treffenden, verstreichbaren Schleimhautfalten. Das submucöse Gewebe steht auch hier sowohl mit den Septis der Bündel der Muscularis externa, als auch durch Gefässe, die die Muscularis mucosae durchbrechen, mit der Mucosa in Zusammenhang.

Die Follikel, die sich im menschlichen Dickdarm, und zwar im Processus vermicularis selten, im Colon weniger selten, nur in der solitären Form finden, reichen entweder nur bis an die Muscularis mucosae, oder sie schieben sich zwischen deren Bündeln mit dem inneren Theile, ihrer Kuppe, in die Mucosa selbst ein und drängen dann die Krypten zur Seite und in eine zur Oberfläche der Schleimhaut mehr oder weniger schiefe Lage. Die Form der Follikel ist rundlich oder nur wenig seitlich zusammengedrückt; die Follikel sind überall deutlich abgegrenzt. Das submucöse Gewebe ist in ihrer Umgebung reich an dünnwandigen, weiten Lymphgefässen, sowie an zerstreut und frei liegenden Lymphkörperchen.

Die Muscularis externa scheidet sich ebenso wie im Dünndarme in eine innere Rings- und eine äussere Längsmuskelschichte. Beide zusammen betragen im Coecum und Colon des Kindes 0.6—0.7 Millim.

Die Längsschichte steht in Bezug auf ihre Dicke mit der Ringsfaserhaut in umgekehrtem Verhältnisse, indem diese nur an der Stelle der Taeniae mit der ersten gleiche Dicke besitzt, an den dazwischenliegenden Partieen aber in demselben Maasse an Stärke zunimmt, als die Längsschichte schwächer wird.

Die solitären Follikel besitzen nach übereinstimmenden Angaben keine Chylusgefässe, es werden vielmehr nach Teichmann [1] die Chylusgefässe durch die Follikel verdrängt, so dass dadurch ihr Verlauf in der Umgebung derselben ein ganz unregelmässiger wird. Die um die Follikel befindlichen Netze sind, wie His nachgewiesen hat, weite Lymphsinuse, die mit einem Plattenepithel [2] ausgekleidet sind.

Auch die Nerven zeigen im Dickdarme ganz ähnliche Verhältnisse wie im Dünndarm, sowohl was ihre Plexus zwischen den beiden Muskellagen und im submucösen Gewebe anlangt, als auch in Bezug auf die Auerbach'schen und Meissner'schen Ganglienknoten. Die letzteren sind zumeist rundlich, verhältnissmässig gross, ihre einzelnen Zellen jedoch auffallend klein.

Die Zellen setzen sich aus den Knoten in die einzelnen Nervenstämme noch auf kurze Strecken kettenförmig fort. Jeder Knoten ist begrenzt von

---

1) Teichmann: l. c.; His: Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XI. XII. und XIII. Frey: Virchow's Archiv, Bd. 36.

2) v. Recklinghausen: Die Lymphgefässe etc. Berlin 1862.

einer bindegewebigen Hülle, in der ausser rundlichen Kernen noch spindelige, einen oblongen Kern besitzende Zellen deutlich zu erkennen sind.

D. Mastdarm.

Bis zur Analmündung herab nimmt die Dicke des Darmes immer mehr zu, so dass man die Wände des Rectums vom Erwachsenen schon in dessen Mitte 3—4 Millim. mächtig antrifft; noch auffallender ist dieses Verhältniss beim neugebornen Kinde, an dem die Rectalwände 1.3—1.5 Millim. stark werden. Diese Verstärkung ist theils eine selbständige, in den Muskelhäuten selbst gelegene, theils hat sie in peripherem Zuwachs ihren Grund, indem das Rectum, nachdem es sich aus der Peritonealhülle entwickelt, zahlreiche Muskelbündel von der Umgebung, und zwar ganz besonders vom Musculus levator ani bezieht.

Die Muskelhäute, von welchen die äussere hier wieder eine continuirliche Schichte darstellt, treten daher in den untersten Partieen immer mehr mit den anstossenden Geweben in Zusammenhang, und wie die Schleimhaut allmählig in die äussere Haut, geht auch die organische Muskulatur des Darmes in die quergestreifte der Analgegend über.

Auch das Peritoneum erscheint, so weit es das Rectum überzieht, verdickt; desgleichen das submucöse Gewebe, welches nach unten zu immer mächtiger und derber werdend, theils direct in das subcutane Bindegewebe der Regio analis sich fortsetzt, theils bänderartig zwischen die Fächer des M. sphincter externus eindringt.

Muskelschlauch. Die Längsfaserhaut des Darmes, welche durch Verbreiterung der drei Ligamenta coli im Mastdarm wieder zu einer mehr continuirlichen Schichte geworden, zeigt in den höheren Partieen des letzteren doch noch ziemliche Differenzen in der Mächtigkeit, welche an die frühere bündelweise Anordnung der Muskelfasern erinnern. Beim neugebornen Kinde wechseln so in derselben Höhe Stellen von 0.23 Millim. mit solchen von nur 0.06 Millim. Dicke ab, und auch beim Erwachsenen finden sich ähnliche Unterschiede vor. Allmählig gleichen sich jedoch die Muskelstränge durch seitliche Vertheilung aus, verflechten sich im weiteren Verlaufe auch stellenweise mit den äussersten Bündeln der Ringfaserhaut (Houston'sche Klappe) und kommen endlich an die innersten Bündel des Musculus levator ani zu stehen, welche anfangs durch eine dünne Bindegewebsschichte (hintere Portion der Fascia pelvis) getrennt, endlich frei und unter spitzem Winkel hinzutreten. Wenige Millimeter höher oben verfilzen sich einige Fasern der hinteren Portion der Längsfaserhaut mit den Fasern der Musculi rectococcygei, welche vom Kreuzbein kommend, hier endigen.

Man könnte am Musculus levator ani drei Portionen unterscheiden, je nach der Natur seiner Fasern, welche zu innerst organisch, in der Mitte sowohl organisch als quergestreift gemischt, nach aussen (und diese machen den

grössten Theil aus) rein animalisch sind. Nur die innerste dieser drei Gruppen tritt in unmittelbare Beziehung zum Mastdarm, indem deren Fasern theils schief in die Längsfaserschichte eindringen und sich mit diesen auf- und absteigend verweben, theils dieselbe unter fast rechtem Winkel durchsetzen und mit der Ringfaserhaut verschmelzen. In der Höhe des Sphincter internus rückt gleichzeitig die Längsfaserhaut von ersterem etwas ab, indem Bindegewebsbündel sich dazwischen schieben und nun ist die Grenze zwischen Längsfaserhaut und innersten Bündeln des Levator ani durch gegenseitige Annäherung nicht mehr zu erkennen. Längsfaserhaut und innerste Bündel des Levator ani spalten sich in fächerartig ausstrahlende Stränge, welche zwischen die

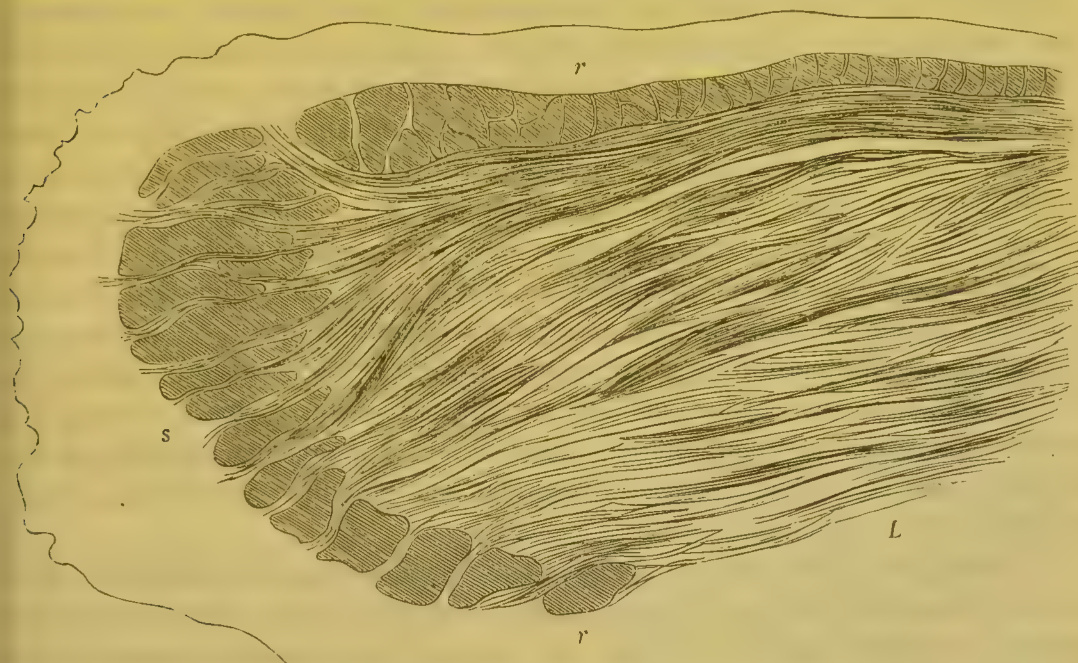


Fig. 111. Längsdurchschnitt durch die Musculatur des rectums.

Bündel des M. sphincter externus derart dringen, dass der Ring des Sphincter externus gewissermaassen in concentrische Zonen zerfällt; sie durchsetzen ihn seiner ganzen Dicke nach und laufen endlich in dünne Sehnen aus, welche in die Haut des Gesässes sich verlieren.

Die Ringfaserhaut erscheint im Beginne des Mastdarms noch mässig dick. Beim Erwachsenen beträgt sie noch nicht 1 Millim., beim Neugebornen ungefähr 0.2 Millim., wächst aber, je näher sie dem After herabsteigt, desto mehr an, bildet auch unbeständige Verdickungen an den untersten Plicae sigmoideae, wobei sie sich auch mit der Längsfaserschichte verfilzt, nimmt zahlreiche Mukelbündel vom Musculus levator ani auf und schwillt endlich nahe vor der Aftermündung bis zu 5 Millim. beim Erwachsenen, 0.5 Millim. Dicke beim Neugebornen auf, wodurch ein ringartiger Wulst entsteht, der als Sphincter internus bezeichnet wird. Die Abgrenzung dieses Ringes ist jedoch nach oben zu keine scharfe, und führt man durch den untersten Theil

des Rectums bis zur Analöffnung herab einen Längsschnitt, so erscheint die Verdickung der Ringfaserhaut zum Sphincter internus kolbenförmig.

Gleich unter dem Sphincter internus und etwas nach aussen von ihm, beginnt der animalische Sphincter externus, der ringartig die Aftermündung umgiebt und seitlich mit den äussersten Bündeln des Musculus levator ani zusammenhängt.

Schleimhaut. Im untersten Theile des Mastdarmes vom Menschen zeigt die Schleimhaut gewöhnlich klappenartige Vorsprünge, welche quer zur Axe des Darmes stehen, meist aber nur einen Theil der Peripherie desselben einnehmen. Sie sind aber weder beständig, noch stellen sie immer bleibende Bildungen dar, indem auch der Muskelschlauch in sie eingeht. In der Mehrzahl der Fälle fand ich deren drei oder vier, von welchen einzelne und zwar vorzugsweise die untersten, insofern selbständig erscheinen, als ihnen häufig eine Verdickung der Ringfaserhaut entspricht, die an dieser Stelle bis aufs Doppelte stärker werden kann. An einem kindlichen Präparate finde ich so die früher 0.21 Millim. starke Ringfaserhaut an einer solchen Falte zu einem Wulste von 0.4 Millim. Dicke anschwellen, in welchem übrigens selbst die Längsfaserhaut mit einigen Bündeln einbezogen wird. Die unterste dieser Falten liegt ungefähr 5—6 Centim. über der Aftermündung (1—2 Centim. bei Neugebornen) und nimmt die ganze rechte Wand des Mastdarms ein, von der sie sich sowohl nach der vordern als nach der hintern weiter verbreiten kann. Die nächste obere befindet sich an der linken Wand, die nächste wieder an der rechten, und so weiter in kurzen Abständen von einander alternirend, wenn mehrere Falten vorhanden sind.

Bezüglich des feineren Baues behält die Schleimhaut des Mastdarms denselben Character wie im übrigen Darmtractus bei. Nahe dem After jedoch treten elastische Fasern reichlicher auf, die zelligen Elemente werden spärlicher, die Gefässe seltener und endlich ist der Uebergang in die äussere, mit Papillen versehene Haut vollendet. Bis zu diesem Puncte ist auch die Muscularis mucosae deutlich zu verfolgen. Wie alle übrigen Darmhäute, nimmt auch diese am Mastdarm zu, so dass sie bis zu 0.2 Millim. und darüber beträgt, während die Differenzirung in eine äussere Längs- und eine innere Ringfaserschichte vor der vorwaltenden Längsrichtung in den Hintergrund tritt. Kurz vor der Analmündung schiebt sie ihre Bündel zu mehreren Strängen dichter zusammen und treibt hierdurch die Schleimhaut in Form longitudinaler Falten (Columnae Morgagni) hervor, worauf sie in dünnen Sehnen ausläuft, die in der Haut der Aftergegend endigen. Die sehnige Endigung der Muscularis mucosae ist übrigens an Thieren viel besser zu beobachten, als an Menschen, von welchen selten genügend frische Präparate vorliegen; und wo der Uebergang des Cylinderepithels in das Pflasterepithel der Haut plötzlich erfolgt (Ratte, Meerschweinchen), fällt sie genau mit dieser Stelle zusammen.

Die aufsteigenden Ausläufer, welche die Muscularis mucosae auch hier zwischen die Lieberkühn'schen Schläuche entsendet, hängen durch einzelne

Querfasern mit einander zusammen. Fast regelmässig erscheinen solche hart unter der Schleimhautoberfläche an den Mündungen der Schläuche.

Von Lymphfollikeln weist die Schleimhaut des Mastdarmes nur wenige solitär stehende auf, welche übrigens wie jene des übrigen Dickdarms sich verhalten. Nur sei noch erwähnt, dass ich beim Kinde unterhalb der Curvatura sigmoidea, zuweilen mitten zwischen den auseinandergewichenen Fasern der Ringfaserhaut, oder auch zwischen dieser und der longitudinalen Muskelschichte ganze Inseln adenoiden Gewebes antraf, welches seitlich mit dem interfibrillären Bindegewebe der Muskelhäute zusammenhing. Ob diesen aber dieselbe Function wie den Lymphfollikeln zukömmt, bleibt wohl dahingestellt.

Entsprechend der verdickten Schleimhaut erscheinen auch die Lieberkühn'schen Krypten höher, und zwar bis zu 0.6 und 0.7 Millim., während sie auch an Breite bis zu 0.07 Millim. zunehmen können; beim Neugebornen erreichen sie ungefähr 0.3 Millim. Höhe, 0.05 Millim. Breite. Nur die Oberfläche der Lymphfollikel lassen sie unbesetzt, wesshalb diese wie grubig einsinkt und an der Innenfläche des Darmes schon mit freiem Auge punctförmige Vertiefungen erkennbar werden, die dem Sitze der einzelnen Follikel entsprechen. Im Uebrigen stehen die Krypten dicht aneinander gedrängt und hören erst an den Columnis Morgagni auf, in deren untersten Partieen schon einzelne Talgdrüsen auftreten.

Das Epithel des Mastdarmes endlich unterscheidet sich nicht von jenem des Dünndarms und trägt ebenso wie dieses einen gestreiften Saum. Ich constatirte einen solchen wenigstens beim Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Frosch. Gegen die Analmündung zu treten aber immer zahlreicher rundliche Zellen zwischen den cylindrischen oder kegelförmigen auf, wie das jedoch auch für manche Stellen des Dünndarms bekannt ist. Sie nehmen nur bis zu den Columnis Morgagni derart überhand, dass endlich an diesem das Cylinderepithel vor ihnen ganz weicht und nur mehrfache Schichten rundlicher, saftiger Zellen übrig bleiben, deren oberflächlichste sich allmählig immer mehr abplatten bis zum vollendeten Uebergang in das gewöhnliche Pflasterepithel. Beim Kinde erscheint dieser Uebergang weniger schnell, während die vorstehenden Kanten der Morgagni'schen Falten schon mit Pflasterzellen überzogen sind, bewahren die geschützteren tiefen Buchten zwischen den Columnis noch immer einen Ueberzug von Cylinderepithel. Erst wo das Pflasterepithel vollkommen ausgebildet ist, hart unterhalb des Sphincter internus, trifft man Papillen an.

Bei der Ratte fehlen die Columnae Morgagni und reichen die letzten Krypten bis zum Sphincter externus herab. Die letzte Krypte trägt ganz normmässig Cylinderepithel bis zu ihrer Mündung; an der dem After zugekehrten Seite der Mündung aber reicht die letzte Cylinderzelle genau bis zum Niveau der Mündung selbst, und an ihr schliesst sich mit einem Schlage vier- bis fünffach geschichtetes Pflasterepithel an. Dieser Punct trifft fasst immer mit der Stelle zusammen, wo die Muscularis mucosae schräg werdend, in Zipfel ausläuft und sich verliert.

Nerven. Meissner'sche und Auerbach'sche Plexuse setzen sich vom Colon auf den Mastdarm fort, aber in dem Verhältnisse, dass die letzteren über die ersteren überwiegen. Nachdem die peritoneale Umhüllung aufgehört, treten von hinten her dichte Nervengeflechte vom Plexus pudendalis hinzu, in welche stattliche, gangliöse Anschwellungen eingestreut sind. Sie führen sowohl dunkelrandige, als auch blasse, sympathische Nervenfasern, welche zwischen den Muskelbündeln des Sphincter internus und externus, der äusseren Längsfaserschichte und des Levator ani sich vertheilen.

Capitel XVII.

Blutgefässe des Darmcanals.

Von

C. Toldt.

—

Schleimhaut der Mundhöhle.

Sie bezieht ihr Blut aus verschiedenen Zweigen der Carotis externa — Artt. labiales, buccinatoria, lingualis, transversa faciei, pterygopalatina, alveolaris super. und inferior —. Die Endästchen dieser Arterien gelangen, nachdem letztere durch Abgabe von zahlreichen Aesten an Muskeln, Drüsen u. s. w. ihr Kaliber schon sehr verkleinert haben und zahlreiche Anastomosen unter sich und mit benachbarten Arterienzweigen eingegangen sind, in das submucöse Gewebe der Mundhöhle. Hier breiten sich ihre Verzweigungen in der Fläche aus und bilden durch zeitweilige Anastomosen ein weitmaschiges Netz, aus welchem Zweige in die Bindegewebsschicht der Schleimhaut gelangen, um hier ein dichtes, mit dem gleichnamigen venösen Netze vielfach verschlungenes Endnetz zu bilden. Aus diesem erheben sich endlich die Gefässchen für die Papillen, deren Capillargefässe an den verschiedenen Abschnitten der Schleimhaut nicht unerhebliche Verschiedenheiten bieten.

Die abführenden Canälchen der Papillen senken sich in ein dichtes, venöses Netz ein, welches sich mit dem erwähnten arteriellen Netze durchkreuzt. Der venöse Antheil der Gefässausbreitung im Bindegewebstheile der Schleimhaut hebt sich durch Breite der Röhren, relativ geradlinigen Verlauf derselben und zahlreichere Anastomosen hervor, während der arterielle Theil, nicht so sehr was die Zahl, wohl aber was die Weite der Röhren betrifft, bedeutend gegen den venösen zurücksteht. Im Allgemeinen laufen arterielle und venöse Zweige einander parallel.

Die aus diesem Netze ableitenden Venenstämmchen laufen an der Seite einer Arterie in's Unterschleimhautgewebe, wo sie sich sammelnd und gegenseitig anastomosirend ein weitmaschiges Netz, wie die Arterien und denselben parallel, darstellen. Dieses Verhalten findet sich im ganzen Bereich der Mund-

höhle, nur dass die Dichte des Netzes nach der grösseren oder geringeren Entwicklung der Papillen-Capillaren an verschiedenen Stellen bedeutenden Differenzen unterliegt.

Die Capillarausbreitung in den Papillen ist im Allgemeinen eine um so entwickeltere, je grösser dieselben sind.

Am Lippenrande, wo die stärksten Papillen sich finden, treten aus dem arteriellen Endnetze in jede Papille 3—5 Zweigchen ein, welche durch Theilungen und Anastomosen ein gestrecktes, weites Capillarnetz bilden (Fig. 112). Der Uebergang in die venösen Stämmchen erfolgt durch schlingenförmige Umbiegungen eines oder mehrerer capillarer Zweige, und zwar gewöhnlich an der Spitze der Papille. Von da läuft das Venenstämmchen, ausgezeichnet durch weites Lumen und geradlinigen Verlauf, manchmal ein oder das andere Seitenästchen aufnehmend, immer fast median gelagert bis zur Basis der Papille, um sich in lothrechter Richtung in das venöse Schleimhautnetz einzusenken. Durch letzteren Umstand unterscheidet es sich durchwegs von den vorcapillaren Arterienzweigchen, welche jedesmal in schiefer Richtung gegen die Papillen aufsteigen. — Mit der Entfernung von dem Lippenrande vereinfacht sich die Gefässanordnung in den Papillen, so dass für die Schleimhautpapillen der hinteren Lippenfläche nur mehr einfache Capillarschlingen, stellenweise mit einem oder zwei Verbindungsästen zur Regel werden. Ebenso finden sich an den Papillen der Wange nur einfache Capillarschlingen.



Fig. 112. Lippenpapillen.

Am harten Gaumen erreichen die Papillen nach vorne zu eine bedeutende Höhe, enthalten jedoch meist nur eine steile, einfache Gefässschlinge; nach rückwärts nimmt die Höhe der Schlingen bedeutend ab, und am weichen Gaumen finden sich nur mehr flache Bögen, welche sich aus dem verhältnissmässig dichten Schleimhautnetze gegen die Oberfläche vorwölben.

Das Zahnfleisch trägt gegen den freien Rand zu Papillen, deren Gefässnetz an Entwicklung dem der Lippenpapillen am nächsten steht, an beiden Seitenflächen jedoch sich auf einfache Schlingen reducirt.

Am Boden der Mundhöhle finden sich Papillen mit einfachen Gefässschlingen, theilweise mit einzelnen Verbindungsbrücken.

Auf ein eigenthümliches Vorkommniss beim Frosche hat jüngst Langer[1] aufmerksam gemacht. An der ganzen Schleimhaut des Mundes, sowie des Schlundes bis zum Mageneingang hinab, finden sich an den Capillargefässen

1) Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, 55. Bd., 1. Abthlg. »Ueber das Lymphgefässsystem des Frosches«.

zahlreiche, divertikelartige Ausbuchtungen, welche sämmtlich gegen die freie Oberfläche zu vorragen und mit einer halsartigen Einschnürung in die Capillarröhrchen einmünden. LANGER sieht hierin gewiss mit Recht einen eigenthümlichen Ersatz für Capillarschlingen und stützt seinen Ausspruch unter Anderen auf die Thatsache, dass bei der Kröte diese Divertikel schon in den hinteren Partien der Mundhöhle und weiterhin bis in den Mageneingang hinab durch förmliche Capillarschlingen ersetzt werden.

Schleimhaut der Zunge.

Die Aeste der Art. lingualis (Art. dorsalis für den rückwärtigen, Art. ranina für den mittleren und vorderen Theil) dringen schief nach vorne und oben in den Körper der Zunge ein, entsenden zahlreiche Zweige zur Muskulatur und durchbohren endlich, nachdem sie sich mehrfach getheilt haben, um zur Schleimhaut zu gelangen, die feste Bindegewebslage (fascia linguae), welche die Fleischmasse der Zunge einhüllt. In der Schleimhaut selbst zerfallen diese Zweigchen in zahlreiche Endausläufer, welche nun einen flächenartigen Verlauf nehmen und schliesslich in die Papillen einbiegen.

Die einfachen, fadenförmigen Papillen kleinster Art erhalten nur eine einzige Gefässschlinge; alle zusammengesetzten, sowohl die fadenförmigen, als keulenförmige und umwallte Papillen besitzen ein System von Gefässen; von welchen aus jede secundäre Papille mit einer Schlinge versehen wird. In jede dieser Papillen treten zwei oder mehrere arterielle Endästchen (Fig. 113), welche im Körper der Papille zerfallen, hie und da anastomosiren und in jede secundäre Papille ein capillares Aestchen von etwa 0.01 Millim. Breite entsenden, welches bis nahe an die Spitze derselben verläuft, dort schlingenartig umbiegt, um in den Körper der Papille zurückzukehren, wo es sich mit den entsprechenden anderen zu einem venösen Stämmchen sammelt. Grössere Papillen enthalten auch zwei und mehrere venöse Stämmchen. Die grösseren und kleineren Papillen derselben Art, sowie die drei verschiedenen Formen der Zungenpapillen unterscheiden sich keineswegs in der Anordnung der Blutgefässe, sondern lediglich durch stärkere oder schwächere Entwicklung des Gefässnetzes und durch die Zahl der aus demselben hervortretenden Schlingen, entsprechend der Zahl der secundären Papillen.

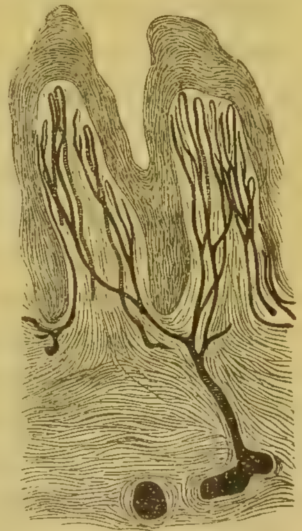


Fig. 113. Fadenförmige Zungenpapillen.

Die venösen Stämmchen der Papillen, welche in den umwallten eine bedeutende Stärke erreichen, laufen senkrecht nach der Tiefe und bilden zwischen der arteriellen Endausbreitung und der Fascia linguae durch Vereinigung mit benachbarten und durch häufige Anastomosen ein ansehnliches, venöses Netz.

In den vorderen Partien der Zunge sind die Maschen des Netzes meist rundlich, die aus ihnen hervorgehenden stärkeren Stämmchen durchbohren die Fascia und gelangen, den Arterienästen zur Seite, zahlreiche Muskelvenen aufnehmend, in die Tiefe, wo sie zu den grösseren Venenstämmen zusammenfliessen. In den rückwärtigen Zungenpartien sammeln sich aus dem erwähnten venösen Netze zahlreiche, starke Venenstämmchen, welche noch über der Fascia eine Strecke nach rückwärts verlaufen, um erst am Zungengrunde zu den Venae dorsales linguae sich zu vereinigen. Die rückwärtigen Partieen der Zungenschleimhaut erhalten so einen ausserordentlichen Reichthum an Venen.

Es sei noch erwähnt, dass an der Medianlinie sowohl das venöse als das arterielle System der Schleimhaut der rechten und linken Zungenhälfte allenthalben in Communication steht.

Balgdrüsen der Mund- und Rachenhöhle und Tonsillen.

Durch die faserige Hülle der Balgdrüsen treten an mehreren Stellen arterielle Gefässchen in das Innere, welche unter der Hülle sich verzweigen und an die adenoide Substanz herantreten. Ist die letztere deutlich in Follikel geschieden, so verhalten sich deren Capillaren ähnlich wie in den Darmfollikeln (siehe diese), sind jedoch durchschnittlich etwas breiter. Ist aber die adenoide Substanz mehr diffus ausgebreitet, so ist ihr Gefässnetz ein ganz unregelmässiges. Die aus demselben hervortretenden Venen sind sehr zahlreich und stellen breite, kurze Stämmchen dar, welche vorzüglich in den Zwischenräumen der adenoiden Substanz, sowie unmittelbar unter der fibrösen Hülle verlaufen und endlich die letztere an mehreren Stellen durchsetzen.

Durch die Zwischenräume der Follikel oder auch durch die Lagen der adenoiden Substanz treten arterielle Zweigchen an die den Balg von Innen auskleidende Schleimhaut und verzweigen sich dort, um deren Papillen mit einfachen, niedrigen Capillarschlingen zu versorgen. Aus derselben sammeln sich weite, venöse Stämmchen, welche sich mit den aus der adenoiden Substanz stammenden vereinigen.

Dasselbe Verhalten zeigen die Blutgefässe in den einzelnen Bälgen der Tonsillen; zwischen denselben verlaufen und verästeln sich die grösseren arteriellen und venösen Gefässstämme.

Acinöse Drüsen des Verdauungstractes.

Bezüglich der Anordnung der Blutgefässe theilen alle hieher gehörigen Drüsen, als: Schleimdrüschen des Mundes, Rachens und der Speiseröhre, Speicheldrüsen und Pankreas, sowie die Brunner'schen Drüsen des Duodenums dasselbe Verhalten. Die diesen Drüsen angehörigen gröberen Blutgefässe verästeln sich in dem die Läppchen umgebenden Bindegewebe. In die kleinsten Läppchen dringt je ein Arterien- und Venenstämmchen ein, welche beiden sich dendritisch in kleinere Zweige zerspalten und sich endlich in dem

Capillarnetze verlieren. Das Capillarnetz besteht durchgehends aus bogig gekrümmten, vielfach verzweigten Röhrchen von 0.008 Millim. mittlerer Breite, welche sich derart um die Drüsenbläschen schlingen, dass jedes der letzteren von zwei bis vier solchen Bögen umzogen ist. Dieselben stehen durch das ganze Läppchen hindurch in ununterbrochener Communication. Jedes Läppchen hat sein eigenes, in sich abgeschlossenes Capillarsystem. Um die Ausführungsgänge der Schleimdrüschen heraum spinnt sich ein rundmaschiges Netz von Capillaren bis an die Mündung hinan, und ausserdem begleiten dieselben je zwei venöse Gefässchen, welche stellenweise einander Communications-Aeste zusenden, und in der Nähe der Schleimhaut-Oberfläche meist durch einen anastomotischen Ring sich mit dem Venennetze der Schleimhaut in Verbindung setzen.

Schleimhaut des Pharynx.

Sie bezieht ihre Blutgefässe aus Aesten der Art. maxillaris interna — Artt. pterygopalatina und sphenopalatina — für ihre oberen Partien, und aus der Art. palatina ascendens und pharyngea ascendens, welche direct aus der Carotis externa stammen, für die unteren und mittleren Theile. Die letzten Aeste dieser Gefässe verlaufen schief gegen die Oberfläche der Submucosa, verzweigen sich dendritisch und zerfallen schliesslich in feine Reiserchen, welche sich unmittelbar unter der Epithelschicht der Schleimhaut ausbreiten. Von hier treten capillare Aestchen von 0.006 Millim. Breite in die reihenweise stehenden Papillen, um in diesen einfache Schlingen zu bilden. Diese Gefässschlingen sind kaum in einer anderen Region, wo sich Papillen finden, so gleichförmig wie hier. Die absteigenden Schenkel der Schlingen vereinigen sich zu venösen Stämmchen, welche rasch ein ziemlich starkes Caliber erlangen; diese Stämmchen schicken sich gegenseitig zahlreiche Anastomosen zu und verlaufen vorzüglich in der Längsrichtung des Pharynx, so dass ein Venennetz mit gestreckten Maschen entsteht; früher oder später senken sich die grösseren venösen Gefässchen in die Venen der unterliegenden Drüsen- oder Muskelschicht ein. Die Ausführungsgänge der Schleimdrüschen sind an ihren Mündungen mit kreisförmig gestellten Papillen-Schlingen umgeben.

Schleimhaut des Oesophagus.

Das Gefässnetz der Schleimhaut, den Artt. oesophageae und kleinen Zweigchen der Art. thyrioidea inferior und der Artt. bronchiales entstammend, ist ein äusserst dichtes. Die gröberen Gefässe verlaufen in der Längsrichtung des Oesophagus, senden sich von Zeit zu Zeit quere Anastomosen zu und liegen in der submucösen Schicht (Fig. 114 *a*.) Feinere Aestchen gelangen in schiefer Richtung in die Schleimhaut. Dort halten sie im Allgemeinen ebenfalls einen längsgerichteten Verlauf ein, sind stark geschlängelt. Durch zahlreiche, quere Anastomosen entwickelt sich jedoch ein förmliches Netz mit langgestreckten

Maschen (Fig. 114 *b*), aus dem sich die in die oberflächlichsten Lagen dringenden capillaren Schlingen erheben (Fig. 114 *c*). Diese letzteren unterscheiden sich in den oberen Partieen wenig von denen des Pharynx, gestalten sich jedoch gegen die Mitte des Oesophagus zu mehr verschiedenartig. Die Capillaren bilden dort flachere gegen die Oberfläche convexe Bögen, von denen aus sich 2—5 kurze, schlingenartige Ausbuchtungen erheben. In den unteren Partieen der Speiseröhre kehrt wieder die reine Schlingenform zurück; dieselben werden steiler, ihre Höhe nimmt, je weiter nach abwärts, desto mehr zu, so dass dieselben nahe der Uebergangsstelle in den Magen eine bedeutende Grösse erreichen. An der Berührungsstelle mit der Magenschleimhaut hören sie in gezackter Linie plötzlich auf. Die in der oberflächlichen Schleimhautregion sich sammelnden Venenstämmchen verlaufen entlang den entsprechenden Arterienzweigen und halten einen den letzteren ganz analogen Verlauf ein.

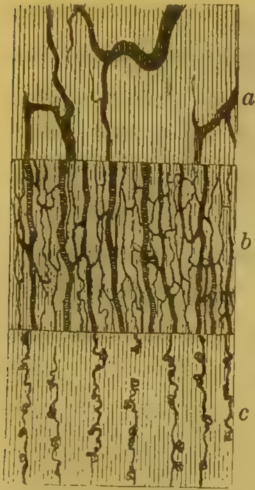


Fig. 114. Submucosa und mucosa des Oerophagus, durch wechselnde Einstellung gewonnen.

Muskulöse Schicht des Verdauungstractes.

Die Lagen glatter Muskulatur, welche vom Oesophagus bis zum Rectum den Verdauungscanal umkleiden, besitzen ein eigenes Blutgefässsystem. Die gröberen Aeste desselben gelangen auf doppeltem Wege hieher. Einmal zweigen sich Aestchen aus den zum Darmrohr herantretenden Gefässen ab, während dieselben die Muskelhaut durchbohren und dringen zwischen Längs- und Querfaserschicht ein; hier verlaufen sie eine Strecke und schicken, sich verzweigend, ihre feineren Ausläufer in beide Muskellagen hinein. Andererseits biegen zahlreiche Zweigchen aus den Verästlungen des submucösen Gefässnetzes zu den inneren Muskellagen um, zerfallen noch in der Submucosa in feinere Zweige, welche dann erst zwischen die Muskelelemente eindringen. In der Muskulatur des Magens, deren Schichten nicht eine so einfache Anordnung zeigen, halten sich die stärkeren Blutgefässe ebenfalls zwischen den einzelnen Lagen und Bündeln.

Die letzten arteriellen und venösen Zweigchen nun ziehen quer zur Längsrichtung der Muskelfasern und geben rechtwinklig zahlreiche gestreckte capillare Röhrchen von 0.007 Millim. Durchmesser ab, welche unter wiederholter, gabeliger Theilung der Richtung des Faserzuges parallel laufen und sich gegenseitig von Zeit zu Zeit kurze, quere Verbindungsästchen zusenden. So entsteht ein Capillarsystem mit langgestreckten, rechteckigen Maschen von grosser Regelmässigkeit. Sind die Muskeln contrahirt, so erscheinen die Capillaren vielfach geschlängelt, so dass das charakteristische Aussehen des Capillarnetzes sich wesentlich ändert.

Das Blutgefässnetz der Muscularis mucosae zeigt dieselbe Anordnung, erscheint jedoch wegen der geringeren Dicke der Muskellagen sehr weitmaschig.

Schleimhaut des Magens.

Die Blutgefässe des Magens dringen an den Ansätzen der Netzplatten, je eine Vene und Arterie, durch die Muskelschicht in das submucöse Gewebe und verlaufen daselbst durch längere Strecken, fortwährend Aestchen abgebend oder auch gabelförmig sich theilend; Endästchen benachbart eingetretener Arterienstämmchen anastomosiren häufig untereinander. Die kleinsten Arterienzweige durchsetzen die Muscularis mucosae, um in die Drüsenschichte zu gelangen, und zerfallen in bogig gekrümmte feinste Röhrchen von 0.005 Millim. mittlerer Breite, welche spiralig um die einzelnen Drüsenschläuche sich windend (Fig. 115) neuen Bogen, deren Lumen aber sich nicht mehr verkleinert, Ursprung geben. So wird jeder Drüsenschlauch bis nahe zur Schleimhautoberfläche von einem System capillarer Bögen umsponnen. Es hat jedoch nicht jeder Drüsenschlauch ein eigenes, in sich abgeschlossenes Capillarsystem, sondern durchwegs spinnen sich die capillaren Bögen von einer Drüse zur nächstliegenden. Kurz vor der Drüsenmündung gehen aus diesen Capillaren die Venenwurzeln hervor, in Form von stärkeren Bögen, die sich bis an die Oberfläche emporwinden und dort zu kleinen Stämmchen vereinigen. Mehrere solcher Stämmchen einer Schleimhautpartie fliessen unter der Oberfläche der Schleimhaut sternförmig zu einer stärkeren Vene zusammen, welche in senkrechter Richtung durch die Drüsenschichte nach abwärts dringt. Diese geraden Venenstämmchen senken sich unter rechten Winkeln in ein weites, polygonalmaschiges Venennetz ein, welches sich über der arteriellen Endausbreitung, zwischen Muscularis mucosae und Drüsenschicht durch die ganze Ausdehnung der Magenschleimhaut erstreckt. Da dieses Netz ausschliesslich aus Röhren stärkeren Kalibers gebildet und ausschliesslich von den beschriebenen Venenstämmchen gespeist wird, so unterscheidet es sich, von der Fläche gesehen (Fig. 116) in auffallender Weise von der baumartig verzweigten arteriellen Endausbreitung. — Aus diesem Venennetze entspringen nun stärkere Venen, welche die Muscularis mucosae durchsetzen, an die Seite der Arterien treten und mit ihnen das submucöse Gewebe durchlaufen, wo sie mit anderen zusammenfliessen, um als starke Stämme die Muskelhaut des Magens zu durchbohren.



Fig. 115. Magen auf einem Querschnitte gesehen.

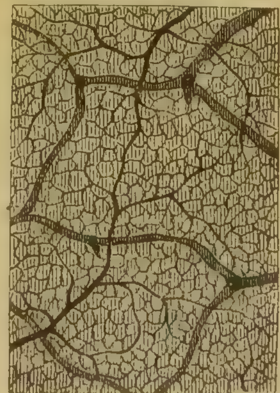


Fig. 116. Gefässnetz des Magens von der Fläche gesehen.

Schleimhaut des Darmes.

Wenn man den Mastdarm ausnimmt, so ist die allgemeine Anordnung der Blutgefässe im ganzen Bereich der Darmschleimhaut eine übereinstimmende, und wird nur modificirt durch die Grösse und Zahl der Zotten, durch eingestreute Drüsenfollikel und Plaques u. s. w.

Die aus den Gekrösplatten zum Darm herantretenden arteriellen Gefässe durchbohren in Begleitung je einer Vene die Darm-Muskulatur und verlaufen nun im submucösen Gewebe vorherrschend quer zur Achse des Darmrohrs. Durch starke, in longitudinaler und schiefer Richtung verlaufende Aeste communiciren sie mit den benachbarten, und bilden so ein sehr weitmaschiges Netz. Die an ihrer Seite verlaufenden venösen Stämme gehen ebenfalls eine Netzbildung ein und unterscheiden sich durch etwas häufigere Anastomosen und durch weitere Lichtung von den Arterien. Schneidet man den injicirten Darm eines älteren Kaninchen-Embryo längs des Gekrösansatzes auf und legt ihn der Fläche nach unter das Mikroskop, so sieht man dieses Gefässnetz in Form von äusserst zierlichen Arkaden, welche in ganz regelmässiger Aufeinanderfolge, von beiden Seiten des Gekrösansatzes aus, je etwa ein Drittheil des Darmrohres umgreifen. — Weiterhin ist der Verlauf der Arterien- und Venenzweige ein gesonderter.

Die aus der submucösen Arterienausbreitung abtretenden zahlreichen Zweige zerfallen, nachdem sie die Muscularis mucosae durchsetzt haben und an die Lieberkühn'sche Drüsenschicht gelangt sind, in capillare Bögen, welche spiralig die Drüsenschläuche umspinnen, etwa 0.007 Millim. breit sind und bis an die Oberfläche der Schleimhaut sich erstrecken, von wo aus ihre Fortsetzungen in die Darmzotten übertreten. Andere arterielle Zweigchen steigen, ohne sich zu verästeln, zwischen den Drüsenschläuchen zu den Zotten empor.


Fig. 117. Blutgefässnetz der Darmschleimhaut (Querschnitt).

Aus den Capillaren der schlauchförmigen Drüsen sammelt sich kein Venensystem, sondern seine sämmtlichen Bahnen führen schliesslich in die Capillaren der Zotten. Man muss daher das Capillarsystem der Darmschleimhaut mit Inbegriff der Zotten als ein gemeinschaftliches auffassen, nur wird es in letzteren durch besondere zuführende Arterienzweige noch verstärkt. — Das Capillarsystem der Zotten liegt ganz oberflächlich, nur durch eine zarte, gleichartige Lage vom Epithel getrennt und ist ein ziemlich dichtes (Fig. 117.) Es besteht wesentlich aus Röhrchen von durchschnittlich 0.009 Millim. Breite, welche in der Längsachse der Zotte leicht gebogen verlaufen, und welche durch zahlreiche, querziehende Röhrchen in Verbindung stehen.

Die erwähnten, aus dem arteriellen Schleimhautnetze direct heranziehenden Arterienzweige, je einer oder mehrere, verlaufen eine Strecke in der

Langsrichtung der Zotten und gehen dann meist in dem Capillarnetze auf: manchmal jedoch sieht man, wie ihre letzten Ausläufer durch schlingenartige Umbeugung in die Venenwurzeln übergehen. Das Verhältniss zwischen der Zahl der längs- und querlaufenden Capillarästchen der Zotten wechselt an verschiedenen Därmen bedeutend, so dass manchmal diese, manchmal jene überwiegen. Auch ist die Form der Zotte nicht ohne Einfluss auf die Gestaltung des Capillarnetzes. Bei den platt kegelförmigen Zotten (Duodenum) sind die queren Verbindungsstücke in der Regel geringer an Zahl, während bei cylindrischen Zotten meist die längslaufenden Röhrchen an Entwicklung zurückstehen und daher mehr quere Capillarmaschen resultiren. In stark contrahirten Zotten erscheint das Capillarnetz enger, die Röhrchen mehr geschlängelt. Gegen die Spitze der Zotte zu wird das Netz gewöhnlich ein dichteres. Hier entstehen durch Vereinigung und bogige Umbiegung mehrerer capillarer Röhrchen die Wurzeln der Venen, welche rasch zusammenfliessen und ein ansehnliches Venenstämmchen bilden, welches in gerader Richtung durch die Zotte nach abwärts zieht und sich mit den Venen benachbarter Zotten vereinigt.

Ohne weitere Aeste aufzunehmen oder Anastomosen einzugehen, steigt dieser so angewachsene Venenstamm in gerader Richtung durch die Drüsenschicht hinab, um sich in einen Ast des unterhalb der letzteren gelegenen Venennetzes einzusenken. Wo die Zotten fehlen (Dickdarm) geschieht der Uebergang des Capillarnetzes in die Venen an den Kuppen jener Wülste, welche die Schleimhaut um die Mündungen der Schlauchdrüsen bildet, und zwar in ganz analoger Weise. Die Art und Weise der venösen Gefässausbreitung unter der Lieberkühn'schen Drüsenschichte ist eine wesentlich verschiedene von der arteriellen. Während die Arterien sich baumförmig zu feinen Reiserchen zerspalten, sammeln sich die Venenstämme nur aus jenen starken venösen Gefässen, welche von den Zotten herabsteigen. Von dem analogen, venösen Netze des Magens unterscheidet sich das des Darmes durch eine schärfere Abgrenzung der Bezirke der einzelnen Venenstämme und durch spärlichere Anastomosen.

Im Mastdarme verhalten sich die Blutgefässe ganz ähnlich denen des Magens, mit dem Unterschiede, dass das die Drüsenschläuche umgebende Capillarsystem nicht so verzweigt ist und häufig nur gerade, wenig verästelte Röhrchen zwischen den Drüsen sich finden, aus denen das dichte, oberflächliche Venennetz hervorgeht. Die aus demselben sich sammelnden Stämmchen ziehen durch die Drüsenschicht nach abwärts und ergiessen sich, ähnlich wie im Magen in den tiefsten Schleimhautschichten in ein weitmaschiges Netz starker Venen.

Drüsenfollikel und Peyer'sche Plaques.

Sie beziehen ihre Blutgefässe aus dem submucösen Netze des Darmes. Die arteriellen Zweigchen, welche für die Follikel bestimmt sind, stammen theils direct aus den Aesten des submucösen Netzes ab, theils sind sie Ab-

zweigungen jener Aestchen, welche sich in die Capillaren für die Schlauchdrüsenschichte auflösen. Erstere treten zumeist an den Grund, letztere an die Seitenflächen der Follikel heran. Das Capillarsystem (Fig. 118) besteht aus einem Netze etwa 0.008 Millim. breiter Röhrchen mit rundlich eckigen Maschen, welches die ganze Oberfläche der Follikel überzieht. Von diesem Netze aus treten zahlreiche, feine, capillare Röhrchen von 0.004—0.006 Millim. Durchmesser radiär in das Innere der Follikel. Nahe der Mitte derselben gehen sie bogenförmig in einander über, jedoch so, dass nicht immer einfache Schlingen entstehen, sondern häufig drei oder mehrere Röhrchen ineinander fliessen. Ausserdem schicken sie sich gegenseitig einzelne anastomotische Röhrchen zu. So geschieht es allerdings, dass im Centrum des Follikels manchmal eine gefässlose Stelle bleibt, welche indess nicht grösser ist, als in den peripheren Theilen der Zwischenraum zwischen den Capillaren beträgt. Ebenso oft jedoch ziehen gerade durch die Mitte des Follikels ein oder mehrere jener communicirenden Capillarästchen[1].

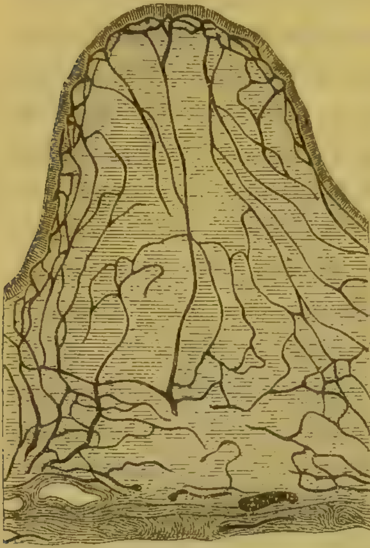


Fig. 118. Gefässnetz eines Darmfollikels (senkrechter Durchschnitt).

Die Venen sammeln sich aus dem oberflächlichen Netzwerke, namentlich vom Grunde der Follikel, bilden kurze Stämmchen mit bogigem Verlauf und fliessen theils mit den Venen der Zotten zusammen, theils aber münden sie direct in einen Ast des auf der Muscularis mucosae gelegenen Venennetzes.

In den Peyer'schen Plaques verhalten sich die Blutgefässe der Follikel in derselben Weise. Das unter letzteren sich ausbreitende Blutgefässnetz zeichnet sich durch seine reichliche Entwicklung aus; die gröberen, arteriellen und venösen Stämmchen desselben umziehen fast vollständig den Rand der Follikelgruppe und schicken zahlreiche Aestchen unter die Follikel hinein. Namentlich unterscheidet sich das venöse Netz von dem der übrigen Partieen der Darmschleimhaut dadurch, dass ausser den rechtwinklig sich einsenkenden Zottenvenen noch zahlreiche kleinere und grössere Aestchen aus den Follikeln unter mehr schiefen Winkeln zu den grösseren Stämmen zusammenfliessen, und daher das sonst so charakteristische Aussehen dieses Netzes bedeutend verändert wird.

1) Man vergleiche hierüber: F. Ernst »Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851; His in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 11. Bd. S. 416. Frey ebend., Bd. 13, S. 28.

Capitel XVIII.

Von der Leber.

Von

Ewald Hering,

Professor der Physiologie an der Josefsakademie in Wien.

Die Leber ist eine Drüse, welche ihr Secret nicht gleich andern Drüsen aus arteriellem Blute, sondern aus dem venösen Blute der Pfortader bereitet. Das ausserordentlich reich entwickelte Capillarnetz, in welches sich die letztere auflöst und aus welchem andrerseits die Lebervene entspringt, empfängt jedoch auch das Blut der Leberarterie, nachdem dasselbe ein besonderes, der Ernährung von Gefässen, Gallengängen und Nerven dienendes Capillarsystem durchströmt hat. Die absondernden Zellen der Leber zeichnen sich durch eine eigenthümliche, in keiner andern Drüse beobachtete Anordnung aus, durch welche eine ungleich innigere und ausgedehntere Berührung zwischen ihnen und den Capillaren hergestellt wird, als in andern Drüsen. Daneben ist auch die Zahl der Canäle, in welche jene Zellen ihre Secret ergiessen, im Vergleich zur Zahl der letzteren viel grösser, als anderswo. Die vergleichende Anatomie weist der Leber ihren Platz in der Nähe der tubulösen Drüsen an, wenngleich in der Leber des erwachsenen Menschen ein tubulöser Bau nicht zu erkennen und nur an der des Neugeborenen andeutungsweise vorhanden ist.

Vom lobulären Baue der Leber. Die letzten Ausläufer der baumförmig verästelten Lebervenen sind kurze, gerade oder schwach gekrümmte Gefässchen, welche unter einem grossen spitzen Winkel von den Venenzweigen abgehen oder das gablig getheilte Ende der letzteren darstellen. Sie heissen Innenvenen (venae interlobulares s. centrales), weil jede derselben in's Innere eines sogenannten Leberläppchens (lobulus s. acinus s. insula hepatis) eingebettet ist. Auf jeder Innenvene sitzt nämlich ein Stückchen Lebermasse wie eine Himbeere auf dem Zapfen ihres Fruchtbodens. Entsprechend der grossen Zahl der Innenvenen liegen diese Läppchen so dichtgedrängt, dass sie sich unmittelbar berühren und in ihrer Form derart gegen-

seitig bestimmen, als ob sie an einander abgeplattet wären. An der Leber gewisser Thiere, z. B. des Schweines, lassen sich die Läppchen leicht erkennen und sogar durch Maceration isoliren. Die Oberfläche der Schweinsleber zeigt schon dem blossen Auge kleine vier-, fünf- oder sechseckige Felder von 1,6 Millim. mittlerem Durchmesser. Die Läppchen dieser Leber sind durch Scheidewände von Bindegewebe vollständig von einander getrennt, welche in der obersten Schicht der Leber senkrecht zur Oberfläche stehen und der letzteren die erwähnte polygonale Zeichnung geben. In der menschlichen Leber sind diese bindegewebigen Scheidewände nur sehr unvollkommen entwickelt, daher die Masse eines Leberläppchens mit dem grössten Theile ihrer Oberfläche unmittelbar in die Masse der Nachbarläppchen übergeht.

Die Pfortader, welche der Leber das aus den Baucheingeweiden gesammelte Blut zuführt, verzweigt sich in der Leber gemeinschaftlich mit dem Lebergange (ductus hepaticus) der Leberarterie und den Lebernerven. Alle diese Gebilde sind verbunden und umhüllt von fasrigem Bindegewebe, welches als sogenannte Glisson'sche Scheide (capsula Glissonii) zugleich die inneren Lymphgefässe der Leber beherbergt. In der Schweinsleber sind die Kanten der länglichen, unregelmässig polyedrischen Leberläppchen abgestumpft, und es entsteht so zwischen je drei oder vier mit den Kanten zusammenliegenden Läppchen ein Zwischencanal (canalis interlobularis), in welchen sich feine Zweige der oben genannten Gefässe hineinschieben, während ihr umhüllendes Bindegewebe unmittelbar in das Bindegewebe der Scheidewände der Läppchen übergeht. Der Verlauf der feinen Pfortaderzweige ist also streng bestimmt durch die Form der Leberläppchen, insofern sie zwischen den Kanten der letzteren, d. h. in den Zwischencanälen verlaufen und ihre letzten Ausläufer in die Scheidewände der Läppchen schicken. Weil demnach die feinen Pfortaderäste nur zwischen den Läppchen gelegen sind und nirgends in's Innere der Läppchen eindringen, heissen sie Zwischenvenen (venae interlobulares). Da alle Zwischencanäle der Schweinsleber Zwischenvenen führen, so giebt die Gesammtheit der letzteren die Umrisse der Läppchen wieder: da ferner die letzten Ausläufer der Zwischenvenen in die Scheidewände ausstrahlen, so sind hierdurch auch die Flächen der polyedrischen Läppchen bezeichnet, und jedes Läppchen liegt in einem Gerüst von Pfortaderästen, ohne dass jedoch letztere irgendwo mit einander anastomosiren. Sowohl die feinsten zwischen den Kanten, als die in den Scheidewänden gelegenen Pfortaderäste senden endlich ins Innere sämmtlicher von ihnen berührter Läppchen zahlreiche Capillaren, welche in jedem Läppchen ein die ganze Masse desselben durchdringendes Netz bilden und ihr Blut schliesslich in die Innenvene ergiessen.

In der menschlichen Leber liegen die feineren Pfortaderzweige gleichfalls in entsprechenden Canälen zwischen den Kanten der Läppchen, umhüllt von Bindegewebe, aber letzteres setzt sich nicht in Form vollständiger Scheidewände zwischen die Läppchen fort, sondern schickt nur spärliche

Fortsätze in die Grenzfläche je zweier Läppchen. An der Peripherie einer solchen Grenzfläche sind daher die beiden Läppchen, und auch dies nur theilweise, durch etwas Bindegewebe geschieden, während der übrige Theil der Peripherie und der ganze mittle Theil der Grenzfläche eigentlich nur imaginär ist, weil hier die Massen beider Läppchen ohne Grenze ineinander übergehen. In diese unvollkommenen Scheidewände von Bindegewebe dringen die letzten kurzen Ausläufer der in den Zwischencanälen gelegenen Zwischenvenen ein, und die Kanten und Flächen eines menschlichen Leberläppchens sind daher ebenso wie in der Schweinsleber durch die letzte Verästelung der Pfortaderzweige bestimmt, welche von verschiedenen Seiten an das Läppchen herantreten, ohne jedoch im Umkreise desselben sich unter einander zu verbinden. Aus diesen Pfortaderenden entwickelt sich dann ganz wie in der Schweinsleber das Capillarsystem der Läppchen, nur mit dem Unterschiede, dass die Capillarnetze zweier Nachbarläppchen unmittelbar zusammenhängen.

Wenn man sich, wie oben beschrieben, die Lebervenen als einen tausendfältig verästelten Baum vorstellt, auf dessen letzten Zweigen, den Innenvenen, die Leberläppchen wie längliche Beeren aufsitzen, so kann man sich die Pfortader ebenfalls als einen von der entgegengesetzten Seite in die Leber eindringenden Stamm denken, der seine Zweige zwischen die dichtgedrängten Leberläppchen treibt wie ein Baum seine Wurzeln in die Klüfte und Spalten eines steinigen Bodens.

Die Oberfläche der Leber eines noch lebenden Thieres erscheint gleichmässig braunroth und lässt den lobulären Bau nicht erkennen, die Leichenleber ist zwar öfters stellenweise auch gleichmässig gefärbt, meist jedoch hat sie ein mehr oder weniger deutlich marmorirtes Aussehen und scheint aus zwei verschiedenen Substanzen zu bestehen, einer dunkleren, mehr ins Rothe und einer helleren mehr ins Gelbe spielenden. Dies tritt besonders an der unteren Leberfläche, wo die Leberkapsel dünner ist, sowie an Schnittflächen hervor. Bald erscheint die dunklere Substanz in Form kleiner rundlicher Flecke, während die hellere ein Netzwerk bildet, in dessen Maschen jene Flecke gelegen sind; bald bildet umgekehrt die hellere Substanz ein Netzwerk, dessen Maschen die dunklere ausfüllt, bald wieder stellt sich die dunklere in gewundenen, den Hirnwindungen ähnlichen Zügen dar, deren schmale Zwischenräume von der helleren Substanz ausgefüllt sind. Die hellere Substanz enspricht dem peripherischen, die dunklere dem centralen Theile der Leberläppchen, und die Farbenverschiedenheit beruht darauf, dass die peripherische Masse der Läppchen an der Leiche blutärmer ist als die centrale (Kiernan), und dass überdies das Gallenpigment sich mit Vorliebe im centralen (Theile), das Fett im peripherischen Theile der Läppchen ablagert. In der helleren Substanz erkennt man auf der Leberoberfläche häufig schon mit freiem Auge die Zwischenvenen als kleine einfache oder verästelte Striche oder als Punkte, seltener in der Mitte der dunklen Substanz die Innenvenen. Zuweilen verräth

sich jedes einzelne Läppchen durch eine leichte Vorwölbung oder Einbuchtung, die sich durch Aenderung der Oberflächenspannung mittels Zug oder Druck ausgleichen oder verstärken lässt.

Die frühere Annahme eines vollkommen lobulären Baues der Leber wurde von E. H. Weber[1], besonders Kiernan[2] gegenüber, widerlegt. Gleichwohl bleibt es gut, sich auch die menschliche Leber ähnlich der Schweinsleber als aus Läppchen bestehend zu denken, weil man nur hierdurch richtige Vorstellungen über die Anordnung der letzten Pfortaderzweige sowie über die Vertheilung des Bindegewebes erhält.

Vom Baue der Leberläppchen. Die Läppchen der Menschenleber sind unregelmässig polyedrische und meist längliche Körper von etwa 1 Millim. Quer- und 1—2 Millim. Längsdurchmesser. Man unterscheidet an ihnen die Grundfläche, die Seitenflächen und die Kuppe. Mit der Grundfläche ruhen dieselben auf der Wand der kleinen Lebervene (vena sublobularis), aus welcher sie ihre Innenvene direct empfangen. Diejenigen Läppchen, deren Innenvenen nicht seitwärts abgehende Zweige, sondern Endzweige der Lebervenen darstellen, verschmelzen in der Nähe ihrer Grundfläche vollständig mit einander und bilden ein zusammengesetztes Läppchen (Theile). Häufig kommt es auch vor, dass eine Innenvene sich innerhalb des Läppchens theilt, und dass dem entsprechend das letztere zwar eine einfache Grundfläche, aber mehrere, durch seichtere oder tiefere Einbuchtungen getrennte Kuppen hat.

Auf Querschnitten, d. h. auf solchen Durchschnitten, welche die Innenvene senkrecht zu ihrer Axe treffen, zeigen sich die einfachen Leberläppchen rundlich polygonal. Auf Längsschnitten, d. h. solchen, welche längs durch die Innenvene oder ihrer Axe parallel gehen, erscheinen sie meist länglich, die zusammengesetzten öfters gleich einem Blatte mit gebuchtetem Rande, einem Eichenblatte oder einem Theile eines solchen vergleichbar. Wo immer eine Innenvene genau quer durchschnitten ist oder längs im Schnitte liegt, ist sie von den nächsten Zwischenvenen etwa um 0,5 Millim. d. i. den halben Durchmesser des Läppchens entfernt. Der durch die Capillaren hergestellte Weg zwischen Innen- und Zwischenvenen ist also überall annähernd gleich lang. Nur die dicht unter der Oberfläche der Leber gelegenen Läppchen machen hiervon eine Ausnahme, indem sie oben abgestutzt sind, so dass ihre Innenvene näher an die Oberfläche heranreicht (Kiernan).

Die Masse des Leberläppchens besteht im Wesentlichen aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Capillaren. Gleich einem kurzen Stamme, der nach allen Seiten, unter annähernd rechtem Winkel zu seiner Axe, Zweige abgiebt und am oberen Ende sich in pinselförmig ausstrahlende Zweige auflöst, entsendet die Innenvene von ihrer ganzen Oberfläche zahlreiche Capillaren. Indem diese auf dem kürzesten Wege der Peripherie des Läppchens

1) Programmata collecta Fasc. II. Lips. 1851 und Müller's Archiv Jahrgang 1843. S. 303.

2) The anatomy and physiology of the liver, in den Philos. transact. 1833.

zustreben, nehmen sie einen vorherrschend radialen Verlauf, wobei sie sich wiederholt dichotomisch theilen. Durch letzteres wird es möglich, dass im peripherischen Theile des Läppchens diese radialen Capillaren, wie ich sie nennen will, ebenso dicht gestellt sind, wie im centralen; während ihr Durchmesser bei mässiger Füllung etwa 0,01 Millim. beträgt, stehen sie nur um etwa 0,015 Millim. von ihren nächsten Nachbarn ab. Da nun ferner die radialen Capillaren nach allen Seiten durch kurze Queranastomosen mit ihren Nachbarcapillaren communiciren, so entsteht ein sehr dichtes Capillarnetz mit langen Maschen, deren ziemlich grosser Längsdurchmesser in radialer Richtung im Läppchen liegt, während der kurze Querdurchmesser dem Abstande zweier radialer Capillaren entspricht. Erst an der Peripherie des Läppchens, wo dasselbe ohne Grenze mit seinen Nachbarn zusammenfliesst, treten an Stelle der länggestreckten kürzere und rundliche Maschen auf.

Allen Raum, welchen dieses durch das ganze Läppchen sich erstreckende Capillarnetz irgend frei lässt, füllen nun die Leberzellen aus. Man stelle sich kleine weiche Kugeln vor, die mit einigem Zwange zwischen zwei nächstbenachbarten Capillaren eben noch Platz haben, und denke sich alle Zwischenräume zwischen den Capillaren damit so vollständig erfüllt, dass die Kugeln sich untereinander abplatten und von den Capillarröhren, denen sie anliegen, rinnenartige Eindrücke erhalten. Oder man kann sich auch die Gesammtheit der dichtgedrängten polyedrischen Leberzellen als eine zusammenhängende Masse vorstellen, welche von dem vielmaschigen Capillarnetze durchbrochen ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass an dünnen Schnitten der innere Bau der Läppchen sich sehr verschieden darstellen muss, je nach der Richtung, in welcher der Schnitt geführt worden ist. Am vollkommensten überschaut man die radiale Anordnung der Capillaren sowie die gestreckte Form ihrer Maschen auf denjenigen Schnitten, welche durch die ganze Länge der Innenvene gehen. Hierbei erscheint das Leberläppchen wie ein Blatt, die Innenvene wie dessen Mittelrippe. Nach beiden Seiten giebt der Stamm der Innenvene die Capillaren ab, welche annähernd parallel und von Strecke zu Strecke durch Queranastomosen verbunden, wie Seitenrippen zum Blattrande verlaufen, während das Ende der Innenvene sich in radienförmig ausstrahlende Capillaren auflöst. Ist der Schnitt senkrecht auf die Innenvene geführt, so erscheint diese als ein kreisrundes Loch, von welchem die Capillaren nach allen Seiten radienförmig ausstrahlen, aber man sieht selten eine der radial gerichteten Capillarmaschen in ihrer ganzen Ausdehnung, weil die radialen Capillaren meist nicht genau rechtwinklig vom Stamme der Innenvene abgehen, sondern unter mehr oder weniger grossem spitzen Winkel. Dem entsprechend erscheinen die Capillarmaschen, weil der Schnitt ihnen nicht ganz parallel geht, kürzer als sie wirklich sind. Ist der Schnitt parallel zur Längsaxe der Innenvene, aber nicht durch diese selbst geführt, so wird er immer eine Anzahl radialer Capillaren genau quer durchschnitten haben, und die kreisrunden

Querschnitte dieser Capillaren werden sich in oder nahe der Mittellinie des Läppchendurchschnittes zeigen, während nach beiden Seiten und nach der Kuppe des Läppchens hin die radialen Capillaren unter zunehmend spitzem Winkel durchschnitten sind, und das ganze Capillarsystem kurze Maschen zu haben scheint. Ist der Schnitt in einer zur Innenvene senkrechten Richtung geführt, ohne aber die Innenvene selbst zu treffen, so erscheinen im Centrum des Schnittes die genau querdurchschnittenen radialen Capillaren, und nach allen Seiten schliessen sich die mehr und mehr schräg durchschnittenen an, während die Peripherie des Läppchens eine unregelmässigere Anordnung der Capillaren zeigt.

Nach Analogie dieser einfachsten Fälle der Schnittrichtung wird man sich auch die verwickelteren ableiten können, wo der Schnitt unter irgend einem schiefen Winkel zur Axe der Innenvene geführt ist, gleichviel ob letztere selbst vom Schnitte getroffen ist oder nicht. An jedem grösseren Leberschnitte wird man Beispiele für die verschiedensten Schnittrichtungen finden, weil die Axen der Leberläppchen in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Als allgemeines Ergebniss dieser Betrachtungen ist hervorzuheben, dass die Fälle, wo man die radialen Capillarmaschen in ihrer ganzen Länge übersieht, relativ selten sein müssen, daher man leicht zu einem Irrthum über die Anordnung der Capillaren kommen kann.

Auch die Anordnung der Leberzellen erscheint, da sie durch die der Capillaren bestimmt ist, je nach der Schnittrichtung sehr verschieden. Da man von jeder radialen Capillare zu mehreren anderen radialen Capillaren gelangen kann, ohne mehr als eine einzige Leberzelle zu durchschreiten, so sieht man zwischen zwei solchen Nachbarcapillaren, wenn sie ihrer ganzen Länge nach im Schnitte liegen, eine einfache Reihe von Leberzellen, die nach der Axe und nach der Peripherie des Läppchens hin entweder durch je eine Queranastomose der radialen Capillaren abgeschlossen wird, oder selbst mit benachbarten Zellenreihen anastomosirt. Dabei erscheinen die einzelnen Leberzellen als mehr oder weniger regelmässige Vierecke, und die Grenzlinie zwischen je zweien derselben geht quer von der einen Capillare zur andern. Ist der Schnitt so dick, dass über den beiden erwähnten Capillaren noch Zellen liegen, und ist er zugleich hinreichend durchsichtig, so erscheinen die Leberzellen als fünf- oder sechseckige Polygone, die eine zusammenhängende Schicht darstellen, nur von etwaigen nach oben aufsteigenden querdurchschnittenen Capillaren unterbrochen, welche die Verbindung mit andern radialen Capillaren hergestellt hätten, die ursprünglich oberhalb der Schnittfläche gelegen waren. Um den Durchschnitt einer solchen Verbindungscapillare liegen dann fünf bis sieben Leberzellen im Umkreise. Hat der Schnitt eine Anzahl radialer Capillaren gerade senkrecht zu ihrer Axe getroffen, so finden sich die kreisrunden Querschnitte derselben so dicht nebeneinander, dass die einander zunächst liegenden nur durch eine Leberzelle von einander geschieden sind. Stellenweise sieht man dann auch die kurzen Verbindungscapillaren von einer radialen

Capillare zur andern verlaufen. Abgesehen von denjenigen Leberzellen, welche zugleich eine solche Verbindungscapillare berühren, stehen die Leberzellen im Allgemeinen mit nur zwei oder einer Capillare in Berührung, seltner mit drei.

An diese einfachsten Bilder reihen sich nun je nach der Richtung und je nach der Stelle des Schnittes die verschiedensten verwickelteren. Das Gesagte wird hinreichen, um erklärlich zu machen, dass man die Leberzellen in scheinbar so verschiedener Weise zwischen den Capillaren angeordnet findet, bald in langen Reihen, die stellenweise netzförmig unter einander zusammenhängen und lange Maschen bilden wie die Capillaren, bald in Form eines engen Netzes, in dessen kleinen runden Maschen die Querschnitte der Capillaren eingeschlossen sind, bald gleich einem aus polygonalen Zellen bestehenden Epithel, bald in einer Anordnung, welche einen Uebergang zwischen den oben genannten Fällen darstellt.

Zur Untersuchung des inneren Baues der Läppchen eignen sich nur sehr dünne Schnitte, welche den grössten Durchmesser einer Leberzelle nicht erheblich überschreiten. Dabei müssen die Capillaren entweder noch mit Blut oder mit einer nicht zu intensiv gefärbten durchsichtigen Injectionsmasse mässig prall angefüllt sein. Ueberdies ist Vorsicht bei der Härtung der Leber nöthig. Denn in Alkohol sowohl als in Chromsäure schrumpfen die Leberzellen und lösen sich dann häufig ganz oder theilweise von den benachbarten Capillaren derart ab, dass zwischen ihnen und den Capillaren ein freier Raum entsteht. Sehr leicht fallen besonders bei Chromsäurehärtung die Leberzellen ganz aus den Capillarmaschen heraus und lösen sich auch unter einander. Der Eintritt dieses Verhaltens hängt keineswegs bloss von der Concentration der Härtungsflüssigkeit und von der Dauer ihrer Einwirkung ab, sondern auch von der jeweiligen Beschaffenheit der Leber, welche, da man es nur mit Leichenlebern zu thun hat, je nach der vorhergegangenen Krankheit oder dem Zeitpunkte der Section eine ausserordentlich verschiedene ist. An gewissen Thierlebern, z. B. der Kaninchenleber sind diese Uebelstände nicht zu fürchten, nicht nur weil man diese Lebern stets frisch haben kann, sondern auch weil die Zellen derselben sich überhaupt nicht leicht von den Capillaren ablösen. Aber der Bau der Kaninchenleber ist etwas abweichend, die Zahl der Capillaren ist im Verhältniss zur Zahl der Leberzellen eine grössere, daher jede Leberzelle mit drei bis vier radialen Capillaren in Berührung ist. Man darf daher die Befunde an der Kaninchenleber, welche ich anderswo ausführlicher beschrieben habe[1], nicht ohne Weiteres auf die Menschenleber übertragen. Die Hundeleber ist der Menschenleber viel ähnlicher.

Die hier gegebene Darstellung des Baues der Leberläppchen weicht von den bereits vorhandenen Beschreibungen wesentlich ab. Alle neueren Forscher, von E. H. Weber bis Eberth, nehmen übereinstimmend sogenannte Leberbalken an, welche, aus ein- oder mehrfachen Zellenreihen bestehend, ein Netz bilden

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 6. Dec. 1866.

sollen, das durch das Netz der Capillaren hindurchgesteckt ist. Ich habe hier an Stelle dieser allgemeinen Ansicht meine individuelle Auffassung gesetzt, weil mir erstere eine Unmöglichkeit einzuschliessen scheint, und weil letztere bereits von Kölliker bestätigt worden ist. Wären die Leberzellen wirklich in Form von Balken oder Schläuchen angeordnet, so müsste jede beliebige Masche des Capillarnetzes den Querschnitt eines Leberbalkens einschliessen. Die Zellenreihen aber, welche zur Annahme der Leberbalken geführt haben, liegen den Capillaren parallel in den langen, radial gerichteten Maschen derselben und sind nichts weiter als durch die Schnittführung isolirte Theile der ganzen, von den Capillaren nur durchsetzten Leberzellenmasse. Man denke sich zahlreiche Pfähle in die Erde gerammt, so dicht, dass sie nur etwa um ihren eignen Durchmesser von ihren nächsten Nachbaren abstehen, denke sich dieselben durch einzelne kurze Querbalken mit einander verbunden, so wird man einsehen, dass wenn man alle Zwischenräume dieses Balkenwerkes mit einer beliebigen Masse ausfüllt, diese nie die Form eines, das Balkenwerk durchsetzenden zweiten Balkenwerkes annehmen, sondern nur eine von anastomosirenden Gängen durchbrochene, zusammenhängende Masse bilden kann.

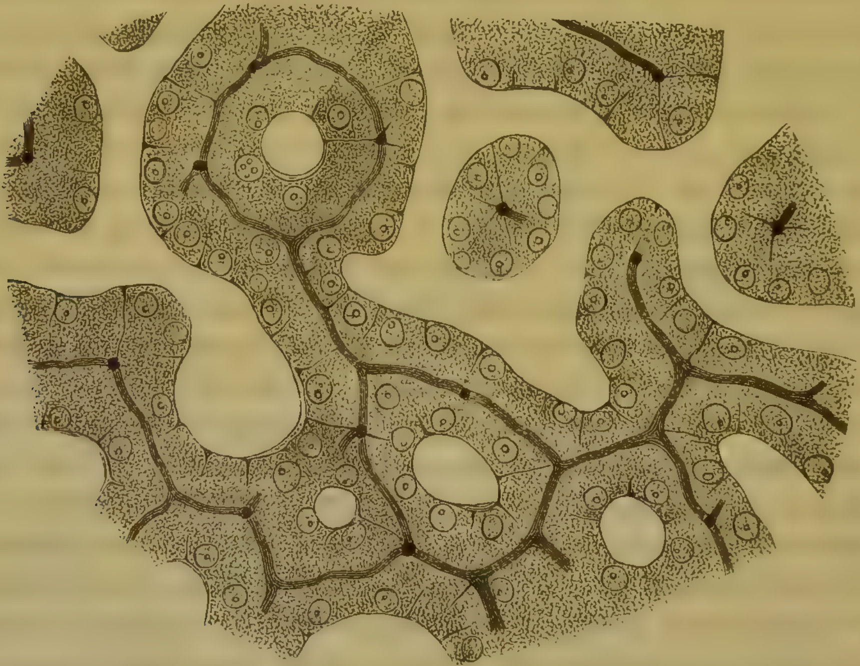


Fig. 119. Aus einer injicirten Schlangenleber. In der Axe der aus Leberzellen bestehenden Balken oder Schläuche verlaufen die dunklen Fäden der in den ductus hepaticus eingetriebenen Injectionsmasse; die zwischen den Zellen gelegenen leeren Räume entsprechen den Blutcapillaren.

Bei Vögeln, Fischen und Amphibien kommen allerdings, wie ich gezeigt habe [1], und auch Eberth [2] unabhängig hiervon gefunden hat, wirklich zwei durcheinander gesteckte Netze vor. In der Schlangenleber z. B. sind die Leberzellen gleich den Epithelzellen einer schlauchförmigen Drüse angeordnet (Siehe Fig. 119.) Auf dem

---

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 11. Mai 1866.
2) Medicin. Centralblatt vom Dec. 1866 und Virchow's Archiv 1867. 39. Bd. S. 70.

kreisrunden Durchschnitte eines solchen Leberzellenschlauches erscheinen die Leberzellen zu fünf bis sechs im Umkreise eines kleinen runden Loches, des Querschnittes der Lichtung des Drüsenganges. Capillaren wie Drüsenschläuche bilden Netze mit engen rundlichen Maschen, jede Masche des Capillarnetzes umschliesst den Querschnitt eines Leberschlauches und jede Masche des Netzes der Leberschläuche den Querschnitt einer Capillare. Nach v. Biesiadecki[1] ist auch die Menschenleber ähnlich gebaut, insofern nach seiner Ansicht die Leberbalken auf dem Querschnitte fünf oder mehr Zellen im Umkreise einer Lichtung zeigen, welche den Gallenweg darstellt. Ich selbst habe nie etwas derartiges gesehen, selbst nicht in der Leber des Neugebornen, welche im Gegensatze zur Leber des Erwachsenen stellenweise einige Achnlichkeit mit gewissen Amphibienlebern z. B. der Froschleber insofern zeigt, als auf Schnitten öfters drei oder vier Leberzellen in einer rundlichen Capillarmasche eingeschlossen erscheinen und ihrerseits wieder die enge Lichtung eines Gallenweges umschliessen.

Nach Ansicht einiger Forscher sind die Zellen der menschlichen Leber reihenweise von einer strukturlosen membrana propria umschlossen, welche sogenannte Leberschläuche bildet, die netzförmig unter einander zusammenhängen. An diesen Schläuchen kommen nach E. Wagner[2] einzelne runde Kerne von $^1/_{400}$''' Durchmesser vor. Bei Kindern sind nach Beale[3] die Schläuche leicht, bei Erwachsenen schwer oder gar nicht von der Capillarwand zu isoliren. Nach der oben gegebenen Schilderung des Baues der Läppchen könnte eine solche membrana propria der Leberzellen nur als ein Ueberzug der Capillaren vorhanden sein, so dass das, was ich nach meinen Beobachtungen und im Anschluss an andre Forscher als blosse Capillarwand aufgefasst habe, aus letzterer und jener Membran bestände. Frey glaubt, dass diese Membran die perivaskularen Lymphräume umschliesse, so dass die Lymphe zwischen ihr und der Capillarwand enthalten wäre.

Von den Leberzellen. Die von Purkinje und Henle entdeckten Drüsenzellen der menschlichen Leber kommen nur abgestorben zur Beobachtung. Streicht man mit der Schneide eines Messers über die Schnittfläche der Leber, so gewinnt man einen Saft, in welchem neben andern Elementen zahlreiche Leberzellen theils vereinzelt theils in Gruppen schwimmen. Dieselben stellen rundliche, bisweilen eckige Körperchen von im Mittel 0,018—0,026 Millim. Durchmesser (Kölliker) dar, welche aus einer farblosen feinkörnigen und scheinbar hüllenlosen Masse bestehen. In derselben sind, oft nur schwierig, ein oder selten zwei kuglige oder ellipsoidische Kerne von 0,006—0,009 Millim. Durchmesser (Kölliker) zu sehen. Ausserdem enthält der Zellkörper häufig kleine Körnchen oder Körnchengruppen eines gelben bis braunen Stoffes (Gallenpigment) und kleinere oder grössere, das Licht stark brechende Kugeln (Fett). Die letztern finden sich, wenn sie kleiner sind, meist mehrfach in einer Zelle, bisweilen aber enthält die Zelle nur eine grosse Kugel, welche von einer dünnen Schichte Zellsubstanz umhüllt ist. Solche Zellen haben häufig eine abnorme Grösse.

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 4. April 1867.

2) Wagner's Archiv der Heilkunde 1860. I. Jahrg. S. 251, woselbst auch die gesammte Literatur über diese Frage verzeichnet ist.

3) On some points of the anatomy of the liver. London. 1856.

Aus gehärteten Lebern entnommene Zellen erscheinen als Polyeder von der verschiedensten Gestalt, oft mit zipfelförmig vorspringenden Ecken, ihre Kanten oder im Profil gesehenen Flächen theils scharf und dunkel conturirt, theils unregelmässig verschwommen und wie gerissen. Der Zellkörper ist dunkler granulirt, der Kern sehr scharf und oft doppelt umrissen.

So lange die Zellen einer gehärteten Leber noch in ihrer Lage sind, erscheinen sie durch eine feine Grenzlinie von einander geschieden, an deren Stelle sich jedoch häufig ein Spalt findet als Zeichen der beginnenden Lösung. Bisweilen haften sie innig an der Capillarwand, meist jedoch trennt beide ein Zwischenraum. Nach diesem Befunde lässt sich noch nicht entscheiden, ob die Leberzelle, sei es an allen, sei es nur an gewissen Seiten eine Membran oder verdichtete Grenzschichte trägt, und ob zwei sich berührende Zellen durch eine einfache Scheidewand oder durch eine Kittsubstanz geschieden sind, um so weniger als die Lebern gewisser Thiere sich ganz anders verhalten. So z. B. lösen sich die Zellen der gehärteten Kaninchenleber nur sehr schwierig und selten von den Capillaren und von einander, und man findet nicht jene Spalten und Klüfte zwischen den Zellen, wie sie an der Leber des Menschen und vieler Thiere so leicht auftreten.

Ausser den geschilderten Formen kommen noch häufig höchst abweichend gestaltete Leberzellen vor, z. B. in Form von Platten, welche den Capillaren aufgelagert sind, oder mehr oder weniger langer Spindeln mit langem Kerne u. dergl. m., auf welche Anomalien hier nicht näher eingegangen werden kann. Da die lebendige Leberzelle eine zähflüssige Masse darstellt, so lässt sie sich auch künstlich in die verschiedensten Formen bringen, welche sie dann nach ihrem Erstarren oder nach der Härtung beibehält.

Von den Gallenwegen der Leberläppchen. Die intralobularen, d. h. innerhalb der Leberläppchen verlaufenden Gallenwege, auch Gallencapillaren genannt, sind an der menschlichen Leber bisher noch nicht beschrieben, und ich muss mich daher in diesem Punkte auf Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen beschränken. Dieselben gewinnen jedoch nur Werth im Anschlusse an das, was bereits über die intralobularen Gallenwege der Säugethierleber bekannt ist.

Bei den Säugethieren bilden die injicirten Gallenwege (Fig. 120 u. 121) ein engmaschiges Netz feiner, meist drehrunder Canäle von 0,001—0,002 Millimeter Durchmesser, welche zwischen den Leberzellen verlaufen und polygonale Maschen vom Durchmesser der Leberzellen bilden. Diese Canäle verlaufen bei gewissen Thieren, z. B. beim Kaninchen, fast ausschliesslich, bei andern, z. B. beim Hunde, wenigstens zum weitaus überwiegenden Theile nicht an den Kanten sondern innerhalb der Grenzfläche je zweier sich berührender Zellen, indem sie diese Fläche in zwei bald gleiche, bald verschieden grosse Hälften theilen. Soweit sie aber zwischen den zusammenstossenden Kanten mehrerer Leberzellen liegen, sind dies stets solche Kanten, welche

weder ihrer ganzen Länge nach, noch mit einem oder beiden Enden, also überhaupt in keiner Weise mit einer Blutcapillare in Berührung sind. Nirgends also findet sich ein Gallenweg, der nicht durch zwischenliegende Zellsubstanz von den Blutgefässen geschieden wäre. Andererseits liegt mit seltenen Ausnahmen jede der wenigen Zellkanten, welche nicht mit einem Blutgefässe irgendwie in Berührung sind, an einem Gallenwege, und jede Grenzfläche zwischen zwei Leberzellen führt entweder in ihrer Mittellinie einen Gallenweg oder berührt wenigstens mit einer ihrer Seiten einen solchen. Wo immer man also in einem vollkommen injicirten Läppchen die Grenzfläche zweier Leber-

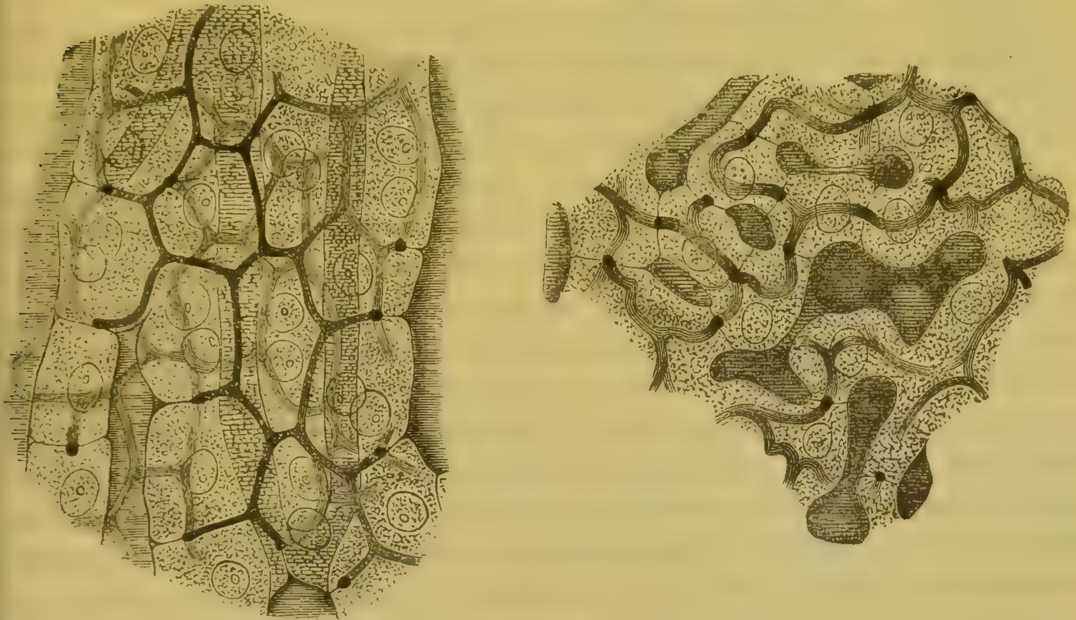


Fig. 120 u. 121. Aus einer injicirten Kaninchenleber. Die schmalen netzförmig angeordneten Gallencapillaren sind längs, die viel breiteren Blutcapillaren quer schraffirt. Innerhalb der Grenzlinie (Scheidewand) je zweier Leberzellen sieht man die Gallencapillare im Querschnitt als einen dunkleren Punkt; im Innern der Leberzellen je einen oder zwei Kerne.

zellen im Profil, nämlich als eine gerade Linie sieht, wird man mit seltenen Ausnahmen auch einen Gallenweg bemerken, entweder im Querschnitte als einen kreisrunden oder länglichen Fleck, der innerhalb jener Linie oder in seltenen Fällen am einen Ende derselben liegt, oder aber in der Seitenansicht und je nach der Einstellung des Mikroskopes als ein schmales Stäbchen, das parallel jener Linie dicht neben, unter oder über ihr zu verlaufen scheint.

Erinnert man sich nun, in welcher Weise die Leberzellen zwischen den Capillaren angeordnet sind, so leuchtet ein, dass wenn auf feinen Schnitten zwischen zwei radialen Capillaren nur eine einfache Zellenreihe erscheint, die Gallenwege theils in ihren Durchschnitten innerhalb jener Querlinien erscheinen müssen, welche als Profilansichten der Scheidewände von einer Capillare zur andern hinüberlaufen, theils aber in ihrer Seitenansicht, in mehr oder weniger starker Verkürzung, als den Capillaren annähernd parallel und zwischen ihnen verlaufende Gänge. Erscheinen aber auf dünnen Schnitten die

Leberzellen in der Form eines Epithels, so werden sich die Gallenwege als ein Netz mit polygonalen Maschen zeigen, deren jede eine Leberzelle umschliesst. (Fig. 120.) Sieht man auf einem dünnen Schnitte die radialen Capillaren quer durchschnitten, so wird man die Gallenwege theils im Querschnitte und zwar zumeist innerhalb der Linien sehen, welche als Profilansicht der Grenzflächen der Zellen zwei Capillaren mit einander verbinden, seltner an Punkten, wo die Grenzlinien mehrerer Zellen zusammenstossen, theils aber werden sie ebenfalls in Form eines Netzwerkes erscheinen, und jeder Querschnitt einer Capillare wird in einer Masche dieses Netzes gelegen sein. (Fig. 121.)

Diese Schilderung ist nach Injectionspräparaten gegeben. An der Menschenleber, welche frühestens einige Stunden nach dem Tode zur Untersuchung kommt, lassen sich wegen der dann schon eingetretenen Starre der Leberzellen die Gallenwege der Läppchen nicht mehr injiciren. Gleichwohl sind sie bei sehr starken Vergrösserungen der Beobachtung auch ohne Injection zugänglich, und es ergiebt sich dabei, dass sie ganz ebenso angeordnet sind wie bei den Säugethieren. Nachdem ich eine ausführliche Beschreibung der Gallenwege der Kaninchenleber gegeben hatte, wurde diese Beschreibung als auch für die Menschenleber gültig angesehen, für welche sie nicht ganz zutrifft. Viel eher lässt sich in dieser Hinsicht die Menschenleber mit der Leber des Hundes vergleichen, auf deren Verschiedenheit von der Kaninchenleber ich schon damals hingewiesen habe. Es verlaufen in der menschlichen Leber zwar auch bei weitem die meisten interlobularen Gallenwege in den Grenzflächen der Leberzellen, daneben aber kommen, was in der Kaninchenleber sehr spärlich zu finden ist, Gallenwege zwischen den Kanten vor, mit welchen drei oder in äusserst seltenen Fällen vier Leberzellen zusammenstossen. Es entspricht dies der von der Kaninchenleber abweichenden Anordnung der menschlichen Leberzellen.

Untersucht man sehr feine Schnitte einer gehärteten menschlichen Leber, so bemerkt man unter günstigen Umständen in der Mitte der Grenzlinien zweier Leberzellen eine kleine spaltförmige Oeffnung. Die Grenzlinie theilt sich in der Mitte in zwei Aeste, welche sofort wieder zusammenfliessen und so die Oeffnung umschliessen. Bisweilen erscheint diese Oeffnung auch oval oder kreisrund. Durch Aenderung der Einstellung des Mikroskopes kann man sich häufig überzeugen, dass diese Oeffnung der Durchschnitt eines Canals ist, denn der Umriss derselben lässt sich in die Tiefe verfolgen. Auch zwischen drei mit den Kanten zusammenstossenden Zellen sieht man zuweilen runde, meist aber dreieckige Löcher. Es ist aber in Betreff der letzteren nicht möglich, mit voller Sicherheit zu entscheiden, ob dieselben nicht vielleicht nur Spalträumen entsprechen, welche durch das ausserordentlich häufige Voneinanderweichen der Zellenkanten entstanden sind. In Fig. 122 sind solche in ihrem Querschnitt sichtbare Gallengänge aus der Leber eines Säuglings abgebildet. Bei sehr jungen Kindern sind dieselben nämlich besonders leicht darzustellen.

An manchen Menschenlebern lassen sich die Gallenwege der Läppchen mit derselben Sicherheit und Vollständigkeit verfolgen wie an der bestinjicirten Säugethierleber. Es kommt nämlich vor, dass der feinkörnige gelbe Farbstoff der Leberzelle sich ausschliesslich in der nächsten Umgebung der Gallenwege ablagert, während die ganze übrige Masse der Leberzelle davon frei ist. Alle Querschnitte der Gallenwege sind dann von einem gelben Hofe umgeben, und es macht den Eindruck, als habe sich die Zellsubstanz im Umfange des Gallenweges mit der Galle imbibirt. An solchen Lebern lässt sich zeigen, dass die Gallenwege weitaus überwiegend innerhalb der Grenzflächen und nur spärlich zwischen den Zellenkanten verlaufen. Man sieht, wenn die Leberzellen epithelartig angeordnet erscheinen, die Gallenwege in Form eines Netzes mit fünf- oder sechseckigen Maschen, deren jede eine Leberzelle einschliesst, kurzum man findet Alles wieder, was oben von der Säugethierleber beschrieben wurde.



Fig. 122. Aus der in Chromsäure gehärteten Leber eines dreimonatlichen Kindes. Die einkernigen Leberzellen sind von der Capillarwand durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Die Capillaren enthalten dichtgedrängte farbige und einige farblose Blutkörperchen. Einige längliche Kerne der Capillarenwände sind sichtbar. Innerhalb der Grenzlinie (Scheidewand) je zweier Leberzellen sieht man je eine Gallencapillare im Querschnitt als eine kleine lichte Lücke; eine desgl. zwischen drei mit den Ecken (Kanten) sich berührenden Leberzellen.

Wie ich dies andernorts von den interlobularen Gallenwegen des Kaninchens gezeigt habe, so besitzen auch die des Menschen keine membrana propria, der die Leberzellen nur äusserlich auflägen, sondern sie sind von den Leberzellen direkt umschlossen, möge man nun die an den Gallenweg grenzende Schichte, falls deren Isolirung gelingen sollte, als verdichtete Grenzschichte der Zellsubstanz, oder als Zellenmembran, oder als cuticula bezeichnen, was Alles auf dasselbe hinausläuft.

Die Injection der intralobularen Gallenwege gelingt leicht am Kaninchen, wenn man in Wasser gelöstes Berliner Blau unter einem Druck von 20—30 Millimeter Quecksilber in den ductus choledochus einspritzt (Mac Gillavry) und insbesondere die Vorsicht braucht, das Thier durch Verblutung zu tödten und durch Oeffnung der unteren Hohlvene auch die Leber verbluten zu lassen. An andern Thieren ist es mir bis jetzt nicht gelungen, eine das ganze Läppchen durchdringende vollkommene Injection zu erhalten. Für schwer zu injicirende Lebern ist die Methode Chrzonszczewsky's[1] ausgezeichnet, welcher

1) Virchow's Archiv 1866. Bd. 35. S. 153.

Indigokarmin wiederholt ins Blut des lebenden Thieres spritzt, wonach sich die Gallenwege mit dem Farbstoffe füllen.

Der Hauptschlüssel zum Verständniss des Verlaufs der intralobularen Gallenwege liegt darin, dass, wie ich gezeigt habe, dieselben im Allgemeinen nicht an den Kanten sondern in den Scheidewänden der Leberzellen verlaufen. Da meine dahingehenden Angaben bereits von Kölliker [1] und theilweise auch von Eberth [2] bestätigt worden sind, so habe ich sie der obigen Darstellung zu Grunde gelegt. Durch Injection sind die Gallenwege der Leberläppchen zuerst unvollständig von Gerlach [3] an der Schweinsleber und zuerst vollständiger von Budge [4] an der Leber des Schaafes injicirt worden. Letzterer hat sie nicht als Intercellulargänge, sondern als mit einer kernführenden membrana propria versehene Röhren aufgefasst, denen die Leberzellen nur äusserlich auflägen. Dieser Ansicht trat, abgesehen von der Annahme der Kerne, Mac Gillavry bei, welcher die Gallenwege der Läppchen als ein »Capillarnetz« mit eigner Wandung darstellt, von welchem das Blutgefässnetz derart durchsetzt wird, »dass es dem Zufalle überlassen bleibe, ob die Röhren beider Systeme sich berühren, umstricken oder unabhängig von einander verlaufen«. Chrzonszczewsky, Frey und Irminger theilen diese Ansicht ebenfalls. Nach Andrejevic [5] dagegen liegen die intralobularen Gallenwege des Kaninchens »an den Kanten, die Knotenpunkte der Gänge an den Ecken der Leberzellen«, so dass »ihre Lage ganz der der Intercellulargänge eines Pflanzenparenchyms entspricht«. Eberth hat zwar meine Angabe, dass die Grenzflächen der Leberzellen Gallenwege führen, bestätigt, aber er fasst den ganzen Bau der Säugethierleber wesentlich anders auf als ich. Nach ihm zeigen in unvollständig injicirten Säugethierlebern »die anastomosirenden Balken der Leberzellen überall in ihrer Axe gelegene mit einander communicirende Gänge mit nicht oder unvollständig gefüllten Seitenzweigen«. Die Distanz zwischen den centralen, an den Zellkanten verlaufenden Gallenröhrchen der Balken und den Blutgefässen beträgt den Durchmesser einer Leberzelle, die »seitlichen Zweige können eben so gut zwischen den Kanten mehrerer sich berührender Leberzellen wie zwischen den Seitenflächen zweier gegenüber liegender Zellen verlaufen« und sollen z. Th. blind endigen. Er giebt zwei dieser Beschreibung entsprechende Abbildungen der Kaninchenleber. Ich kann jedoch weder die Beschreibung noch die Abbildungen zutreffend finden, sie passen beide auf die Amphibienleber ungleich besser als auf die Kaninchenleber. Nur bei neugebornen Menschen habe ich bis jetzt etwas Aehnliches gefunden. Blinde Enden der Gallenwege habe ich an vollständig injicirten Leberläppchen des Kaninchens nie gesehen. Aehnlich wie Eberth beschreibt Biesiadecki die intralobularen Gallenwege des Menschen, nur dass er dieselben ganz allgemein in der Axe von Leberbalken verlaufen lässt, die, wie schon gesagt, auf dem Querschnitt in der Regel aus fünf, den Gallenweg umschliessenden Zellen bestehen sollen.

An mit Silberleim injicirten Gallenwegen hat Eberth eine zarte doppelt contourirte Membran gesehen, und nennt sie membrana propria, mit welchem Namen man gewöhnlich eine das Drüsenepithel von aussen umschliessende Membran, basement membrane, versteht, nicht aber eine Cuticularbildung, wie sie z. B. auch das Cylinderepithel des Darmkanals zeigt. Ich selbst habe mich nur gegen eine der Wand der Blutcapillaren analoge Membran, wie sie von den oben erwähnten For-

1) Handbuch der Gewebelehre. V. Aufl. 1867.
2) l. c. und Schultzes Arch. f. mikroskop. Anatomie. III. Bd. S. 423.
3) Gewebelehre. II. Aufl. 1854. S. 332.
4) Reichert und du Bois-Reymond Archiv f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1859. S. 642.
5) Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. vom Jahre 1861. Bd. 43. I. Abth.

schern angenommen wurde, ausgesprochen, nicht aber gegen eine aus Grenzmembranen der Leberzellen bestehende Wand, obgleich mir im Gegensatze zu Mac Gillavry und Chrzonszczewsky die Isolirung derselben ebensowenig wie Eberth gelungen ist.

Köllikers neueste Darstellung stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der von mir gegebenen überein, und er hat überdies die richtige Thatsache hinzugefügt, dass man die intralobularen Gallenwege des Kaninchens unter Umständen auch an nicht injicirten Lebern im Querschnitte sehen kann, auch schon die Hoffnung ausgesprochen, dass es gelingen werde, in ähnlicher Weise die Gallenwege der menschlichen Leber wahrzunehmen.

Von den Gallengängen. Die Hauptverzweigung des Stammes der Gallengänge erfolgt gemeinschaftlich mit der Pfortader und Leberarterie, daher man auf Querschnitten der Pfortaderäste stets auch einen oder mehrere querdurchschnittene Gallengänge findet. Aus dieser Hauptverzweigung entstehen schliesslich die feinsten zwischen den Läppchen gelegenen Gallengänge. — Ausserdem aber giebt es noch eine Nebenverzweigung, welche sich gleich derjenigen der Leberarterie durch Anastomosenbildung auszeichnet. Schon vor ihrem Eintritt in die eigentliche Lebersubstanz geben nämlich der Lebergang und seine Hauptäste oberflächliche Zweige ab, welche sich in dem, die Leberfurchen auskleidenden Bindegewebe unter einander anastomosirend verästeln. Mit diesem Netze hängen andere Netze zusammen, welche in der Glisson'schen Scheide im Umfange der grössern Pfortaderäste und Gallengänge gelegen sind und aus letzteren ihre Stämmchen empfangen. Aus allen diesen Netzen senken sich Zweige ins Parenchym der Leber (Beale, Henle), um sich schliesslich ebenfalls in Zwischenläppchengänge aufzulösen. An verschiedenen Stellen der Leber treten überdies Gallengänge auf die Oberfläche, um sich im benachbarten Bindegewebe zu verzweigen, beziehendlich auch Anastomosen zu bilden, und es gelangen auf diese Weise einzelne Gallengänge ins ligamentum triangulare sinistrum und bis zum Zwerchfell.

Die Gallengänge, bis herab zu denen von 0,25 Millim. Durchmesser, sind mit kleinen einfachen oder zusammengesetzten Drüsen versehen, welche nach Riess[1] und Kölliker in die Wand der Gänge eingebettet sind. Dieselben bestehen aus rundlichen oder länglichen, oft blinddarmähnlichen Bläschen von 0,035—0,045 Millim. Querdurchmesser, die sich entweder unmittelbar in den Gallengang öffnen oder deren mehrere in einen Gang zusammenfliessen, welcher seinerseits entweder direct in einen Gallengang mündet oder mit andern seines Gleichen zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange zusammentritt, so dass das Bild einer traubenförmigen Drüse entsteht. Dieser Ausführungsgang läuft zuweilen eine Strecke weit innerhalb der Wand des Gallengangs, ehe er in die Lichtung desselben einmündet.

Die Wandung des Stammes und der grösseren Aeste lässt eine innere Schichte als Schleimhaut, von einer äussern Faserhaut unterscheiden. Die

[1] Reichert u. Du Bois Archiv 1863. S. 473.

letztere enthält glatte Muskelfasern (Henle) und spärliche Blutgefässe, die innere ist mit einem einschichtigen Epithel hoher Cylinderzellen bekleidet und führt ein sehr dichtes Capillarnetz. Die mittleren Gallengänge haben ein niedrigeres Cylinderepithel und eine nur einschichtige Wandung, welche nach Heidenhain[1] ebenfalls contractile Faserzellen enthält, die feinsten endlich erkennt man nur noch an ihrem scheinbar frei ins interlobulare Bindegewebe eingelagerten Epithel, welches aus polyedrischen, oft nach der Axe des Ganges etwas gestreckten Zellen besteht. Die aus den glashellen Zelldeckeln des Cylinderepithels der gröberen Gänge bestehende Cuticula geht, sich verdünnend, auch auf die niedrigeren Zellen der feinern Gänge über und giebt der Lichtung derselben einen besonders scharfen Umriss (Eberth). Die Form der Kerne der Epithelzellen richtet sich nach der Gestalt der letzteren: die Kerne sind langoval in den Cylinderzellen der groben, rundlich in den niederen Epithelzellen der feineren, oval in den etwas nach der Axe des Ganges gestreckten Zellen der feinsten Gänge.

Die freie Fläche der Schleimhaut des Leberganges zeigt zahlreiche flache unregelmässig angeordnete Grübchen. In den Aesten des Leberganges bis herab zu denen von 0,5 Millim. Durchmesser finden sich eben solche, hier jedoch in zwei einander gegenüberstehenden Längsreihen angeordnete Grübchen. Dieselben entsprechen den Mündungen der seitlich abtretenden Gallengänge oder grösseren Ausführungsgängen der Drüsen; feine punktförmige Poren in oder zwischen den Grübchen führen in Gallengangsdrüsen.

Die Gallengangsdrüsen besitzen kein specifisches Epithel, sondern, wie die Gänge in welche sie münden, ein Cylinderepithel, und lassen sich daher als Ausstülpungen der Innenfläche der Gänge auffassen, um so mehr, als sie an Gängen von 0,2 Millim. Durchmesser wirklich nur noch in Form kleiner, schliesslich sogar sehr seichter Buchten erscheinen.

Die feinsten Gallengänge, welche von verschiedenen Seiten an dasselbe Leberläppchen gelangen, anastomosiren nicht untereinander, dagegen scheinen diejenigen, welche ein und dieselbe Zwischenvene begleiten, im Umkreise derselben bisweilen zu anastomosiren, doch bedarf dies noch näherer Untersuchung. Die Lichtung dieser Gänge geht ohne erhebliche Minderung ihres Durchmessers unmittelbar in die intralobularen Gallenwege oder Gallencapillaren über. Es stossen nämlich die Leberzellen ohne Weiteres an die letzten Epithelzellen der Gänge, und nur zuweilen erscheinen diese Epithelzellen an der Stelle des Ueberganges etwas vergrössert. Oefters ist die Lichtung eines Gallenganges an der einen Seite noch von den kleinen Epithelzellen, an der anderen Seite schon von den grossen Leberzellen begrenzt. In Fig. 123 sind zwei Stellen aus der Peripherie eines Leberläppchens abgebildet, welche den Uebergang der Epithelzellen in die Leberzellen zeigen. Die Leber stammte von einem dreimonatlichen Kinde. Aus injicirten Thierlebern

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. IV. Heft. S. 241.

bekommt man ganz analoge Bilder und kann dann den feinen Faden der Injectionsmasse aus dem epithelhaltigen Gange unmittelbar zwischen die Leberzellen eintreten sehen.

Das Fehlen von Zwischenformen zwischen den kleinen Epithelzellen und den grossen Leberzellen hat viel dazu beigetragen, dass der Uebergang der Gallengänge in die Gallencapillaren so lange dunkel geblieben ist. Dieser Uebergang besteht in der That nur darin, dass das Epithel der Gallengänge plötzlich die Form wechselt, während die Lichtung sich nur ganz wenig verjüngt.

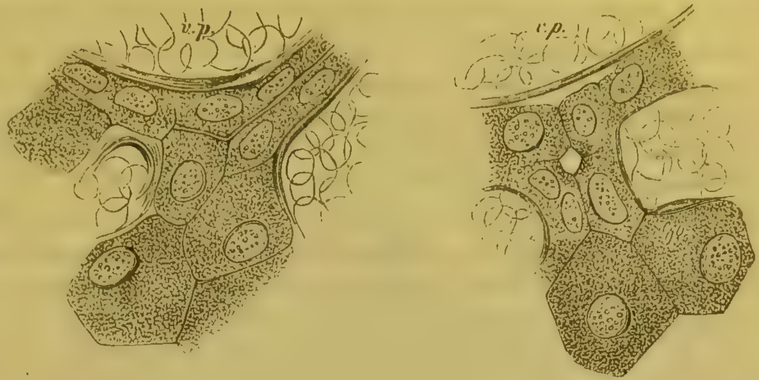


Fig. 123. Aus der in Chromsäure gehärteten Leber eines dreimonatlichen Kindes. Beide Abbildungen stellen Fragmente eines durch die Peripherie eines Leberläppchens geführten Schnittes dar. Man erkennt die farbigen Blutkörperchen der Blutgefässe an ihren kreisförmigen Conturen. *vp* entspricht einer Zwischenvene, in deren unmittelbarer Nachbarschaft die Epithelzellen von Gallengängen liegen, an welche Zellen sich nach unten hin unmittelbar die viel grösseren Leberzellen anschliessen.

Die mikroskopische Darstellung der Gallengänge und ihres Epithels gelingt leicht an dünnen Schnitten. Um die Verzweigung der Gallengänge und die Netze derselben zu sehen, muss man sie mit farbiger Masse injiciren, wobei freilich in der Leichenleber das Epithel leicht zu Grunde geht. Die Gallengangsdrüsen untersucht man mikroskopisch am Besten nach Injection mit schwach gefärbtem Leime.

Die Gallenblase ist von einer Schleimhaut ausgekleidet, welche sich zu zahlreichen einander durchkreuzenden Leisten und einzelnen niedrig konischen Versprüngen erhebt. Sie führt ein sehr dichtes Capillarnetz, gleich dem der Darmschleimhaut und deren Zotten, und ist von einem Epithel aus sehr hohen Cylinderzellen bedeckt, welche letzteren an ihrer freien Fläche einen verdickten, gestreiften Saum zeigen, wie die Cylinderzellen der Darmschleimhaut (Virchow[1]). Die von Bindegewebsbündeln und weitmaschigen Capillaren durchsetzte Schichte sich vielfach durchkreuzender Züge glatter Muskelfasern wird von Henle der Schleimhaut zugerechnet. Auf sie folgt nach aussen noch eine Bindegewebsschichte und schliesslich an dem freiliegenden Theile der Gallenblase das Bauchfell. Die gröberen Blutgefässe der Gallenblase und besonders die Venen sind sehr zahlreich. Letztere begleiten die Arterie paarweise (Beale) und je zwei solche Parallelvenen sind durch zahlreiche, die zwischenliegende Arterie überbrückende Anastomosen verbunden, so dass das ganze Venensystem sehr viel Aehnlichkeit mit Lymphgefässen bekommt.

1) Virchow's Archiv 1857. XI. Bd. S. 574.

Auf der freien Oberfläche der Blase finden sich zahlreiche grössere subseröse Lymphgefässe; feine Lymphgefässe sind weder hier noch in den übrigen Schichten der Blase nachgewiesen. Nach Luschka[1] enthält die Blasenwand einzelne kleine Schleimdrüsen gleich denen des ductus cysticus, choledochus und hepaticus. Der ductus cysticus ist nach dem Baue seiner Wandung als eine Fortsetzung der Gallenblase anzusehen.

E. H. Weber beschrieb die netzförmig anastomosirenden Gallengänge in der fossa transversa als vasa aberrantia, weil er sie als Gänge auffasste, deren zugehöriges Leberparenchym nicht zur Entwicklung gekommen ist. Dieselbe Deutung gab er den anderen ausserhalb der eigentlichen Lebersubstanz vorkommenden Gängen. Theile[2] dagegen fasste in Folge seiner Entdeckung der Gallengangdrüsen die ganzen Gänge der Querfurche als netzförmig anastomosirende Schleimdrüsen auf, ebenso die von ihm gefundenen Gallengangsnetze in der Glisson'schen Kapsel. Die Gallengänge dagegen, welche im ligamentum triangulare sinistrum (Ferrein, Kiernan), ferner in der bindegewebigen Haut, welche bisweilen als Verbindung des rechten mit dem Spigel'schen Leberlappen die Hohlvene überbrückt (Kiernan, Theile), in der fossa pro vena umbilicali (Kiernan, Weber), am Rande der Gallenblase (Weber) vorkommen, möchte Theile als Gallengänge betrachten, welche ihre zugehörigen Leberläppchen durch Atrophie der letzteren verloren haben. Dass dies für einen Theil dieser Gänge berechtigt ist, könnte man daraus schliessen, dass bei Greisen der scharfe Rand der Leber sich durch Atrophie in eine bindegewebige Masse verwandelt, welche zahlreiche Gallengänge, aber keine Leberzellen mehr führt, und dass Aehnliches sich an sogenannten Schnürlebern da zeigt, wo der Druck des Schnürbandes eine schwielige Furche auf der Leberoberfläche erzeugt hat.

Später haben Wedl[3], Beale und neuerdings sehr ausführlich Henle[4] und Riess die Gallengangdrüsen und die Netze der Gallengänge beschrieben, und letzterer legt besonderes Gewicht darauf, dass die Drüsen, weil sie in die Wand der Gänge eingebettet sind, nicht als »appendices der ganzen Gänge, sondern nur als »appendices ihres Lumens« angesehen werden dürfen.

Von den Blutgefässen der Leber. Die Leber enthält zwei Blutcapillarsysteme, das der Pfortader und das der Leberarterie. Das erstere, schon oben beschriebene, zeigt im Allgemeinen weite Capillaren und enge Capillarmaschen, das letztere enge Capillaren und weite Maschen; jenes ist auf das Innere der Leberläppchen, dieses auf alle ausserhalb der Läppchen gelegenen Gebilde beschränkt. Beide stehen insofern im Zusammenhang, als sich das Blut aus dem von der Leberarterie gespeisten Capillarsysteme theils mittelbar, theils unmittelbar in das von der Pfortader versorgte ergiesst, so dass schliesslich die Innenvenen der Läppchen sowohl das aus der Pfortader als das aus der Leberarterie stammende Blut abführen.

Pfortader und Leberarterie verzweigen sich gemeinschaftlich in der Leber, die Lebervene gesondert; die Pfortaderäste sind vom lockeren Bindegewebe der Glisson'schen Scheide umhüllt, die Lebervenen durch spärliches Bindegewebe straff an die Lebersubstanz angeheftet. Die Zwischen- und Innen-

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Medicin. 1858. IV. Bd. S. 189.
2) Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. II. Bd. 1844.
3) Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. v. 12. Dec. 1850. V. Bd. S. 481.
4) Handbuch der Anatomie. II. Bd. Eingeweidelehre. 1866.

venen entstehen theils dadurch, dass kleine Pfortader- oder Lebervenenäste sich in sie als ihre Endäste auflösen, theils entspringen sie seitlich aus grösseren Stämmchen. Die grossen Zweige der Pfortader und Lebervene geben jedoch keine Zwischen- oder Innenvenen an die, sie unmittelbar umgebenden Läppchen direct ab, daher letztere von den grösseren Gefässen auf Umwegen mit Zwischen- und Innenvenen versorgt werden. Hierbei unterscheiden sich Pfortader und Lebervene insofern, als letztere schon aus relativ grösseren Aesten Innenvenen direct in benachbarte Läppchen schickt. Die Innenfläche solcher Lebervenen lässt daher neben den grösseren Oeffnungen noch sehr feine Poren erkennen, welche in die Innenvenen führen. Denjenigen kleinen Lebervenen, welche nach allen Seiten Innenvenen abgeben (venae sublobulares), wenden die umgebenden Läppchen ihre Grundflächen zu; an den grösseren Venen dagegen liegen nur noch vereinzelte Läppchen mit der Grundfläche an, die übrigen wenden ihnen eine Seitenfläche oder die Kuppe zu.

Die Pfortaderäste anastomosiren nirgends untereinander, und zwei zwischen denselben Läppchen verlaufende Zwischenvenen gehen, wenn sie von entgegengesetzten Seiten aufeinander zukommen, doch nie ineinander über, sondern lösen sich beide in Capillaren auf. Ebensowenig anastomosiren die Zweige der Lebervene untereinander. Endlich stehen auch Pfortader und Lebervene nirgends anders, als durch Vermittelung der Capillaren mit einander in Verbindung.

Die Leberarterie zeigt ein ganz eigenthümliches und für die Mechanik des Blutstromes sehr wichtiges Verhalten insofern, als ihre Aeste untereinander anastomosiren und ein weitmaschiges Netz bilden, welches theils die in der Glisson'schen Scheide gelegenen Gebilde (rami vasculares arteriosi), theils die grösseren Venen umstrickt, theils in der Kapsel (rami capsulares arteriosi) ausgebreitet ist. Aus diesem Arteriennetze entspringen Capillaren, welche im Vergleich mit den Pfortadercapillaren sehr enge sind, und so weit sie nicht das den grösseren Gallengängen angehörige dichte Capillarnetz bilden, lang gestreckt verlaufen und sehr weite Maschen bilden. Diese Capillaren begleiten die grösseren Gefässe, dringen mit der Glisson'schen Scheide bis zwischen die Läppchen und breiten sich auch in der Leberkapsel aus. Ihr Blut sammelt sich theils, wie Ferrein entdeckte, in kleine Venen, welche als sogenannte innere Pfortaderwurzeln meist zu zwei einen Arterienzweig begleiten (Beale) und in Zweige der Pfortader einmünden, theils ergiesst es sich direct in die Pfortadercapillaren; letzteres geschieht da, wo beide Capillarnetze einander sehr nahe liegen, also an der Kapsel und im interlobulären Bindegewebe, ersteres, wo wie an grösseren Blut- und Gallengefässen dickere Schichten von Bindegewebe beide Capillarsysteme trennen.

Durch die Zwischencanäle der oberflächlichsten Leberläppchen treten gemeinschaftlich kleine Pfortaderäste und Leberarterien an die Kapsel. Erstere lösen sich schnell in ihre Endäste auf, sind den Zwischenvenen gleichwerthig und versorgen die Leberläppchen von der, der Kapsel zugewandten Seite her

mit Blut. Letztere theilen sich, an die Kapsel gelangt, sofort und oft sternförmig in mehrere Aeste, welche zum Theil geschlängelt verlaufen, weiterhin mit benachbarten zusammenstossen und ein weitmaschiges Arteriennetz bilden, das mit Aesten der arteria mammaria, phrenica, suprarenalis anastomosirt.

Das Capillarnetz der Leberläppchen lässt sich von der Pfortader, von der Lebervene und von der Leberarterie aus injiciren, das Capillarnetz der Leberarterie nur durch letztere.

Eine sehr genaue Beschreibung der Blutgefässe der Leber hat Theile gegeben und auch schon das Arteriennetz in der Glisson'schen Scheide und in der Kapsel als plexus arteriosus beschrieben. Dass auch die grösseren Lebervenen von einem Arteriennetze umsponnen sind, finde ich bei ihm nicht erwähnt. Joh. Müller nahm einen unmittelbaren Uebergang feiner, zwischen die Läppchen dringender Arterien in das Capillarnetz der Pfortader an. Theile fand jedoch, dass auch diese mit den Zwischenvenen verlaufenden Arterienzweige sich in Capillaren auflösen, was besonders an der Schweinsleber leicht zu demonstriren ist. Mit Joh. Müller nehmen Theile, Henle und Kölliker besondere rami venosi capsulares an, welche wie die oben erwähnten inneren Wurzeln der Pfortader, das Blut aus den Pulsadercapillaren der Leberkapsel in Pfortaderäste überführen.

Von den Lymphgefässen der Leber. Die menschliche Leber ist sehr reich an Lymphgefässen, welche hier wie überall die Begleiter des Bindegewebes sind. Auch sonst unterscheiden sich die Lymphgefässe der Leber nicht von denen anderer Organe. Sowohl die Capillaren als die grösseren Gefässe anastomosiren sehr vielfältig unter einander. Zahlreiche, mit Klappen versehene Stämme führen die Lymphe theils durch die Leberpforte, theils durch die Kapsel ab, auf welch letzterer sie besonders in der Nähe des ligamentum suspensorium sehr zahlreich vorkommen.

Die oberflächlichen Lymphgefässe, d. s. die in der Kapsel gelegenen, bilden mit ihren Capillaren und feineren Stämmchen ein äusserst dichtes Netz, dessen Maschen viel enger sind als die des Capillarnetzes, in welches sich die Leberarterien in der Kapsel auflösen. Beide Capillarnetze verlaufen vollkommen unabhängig von einander. Die grösseren Stämmchen begleiten meist zu zwei die in der Kapsel gelegenen Arterien, und je zwei solche Parallelgefässe sind stellenweise durch quere Brücken mit einander verbunden.

Die tiefen Lymphgefässe der Leber, d. s. die in der Glisson'schen Scheide gelegenen, sind ebenfalls sehr zahlreich, anastomosiren vielfältig und bilden gleichfalls ein Capillarnetz, das jedoch nicht so engmaschig zu sein scheint wie das der Kapsel. Im Umkreise eines quer durchschnittenen Pfortaderastes von 0,8 Millim. Durchmesser zählte ich gegen 20 Lymphgefässquerschnitte. An der Oberfläche der Leber anastomosiren die tiefen Lymphgefässe mit den oberflächlichen, und zahlreiche Stämmchen steigen mit den Capsularästen der Leberarterien und kleinen Zweigen der Pfortader zur Kapsel empor.

Die Darstellung der mikroskopischen Lymphgefässe der menschlichen Leber ist verhältnissmässig leicht. Zwar lassen sie sich auch durch Einstich ins Bindegewebe, oder durch Injection in die Gallengänge, aus welchen die Injectionsmasse bei übertriebenem Drucke leicht extravasirt, mit farbigen Massen füllen, aber es geben diese auf gut Glück arbeitenden Methoden oft unreinliche Präparate. Dagegen liefert die Injection in die Lymphgefässstämme nach Teichmann's Methode saubere und zuverlässige Präparate. In ein möglichst feines Lymphgefäss der Leberkapsel oder Leberpforte mache man mit einer Nadel einen feinen Einstich und führe eine feine Canüle in denselben so ein, dass die Injectionsflüssigkeit zunächst in derselben Richtung strömen muss, wie im Leben die Lymphe. Nachdem sich ein oder mehrere grössere Lymphgefässstämme gefüllt haben, werden dieselben zugeklemmt, und die sich stauende Flüssigkeit nimmt nun ihren Weg rückwärts in die kleinen peripherischen Lymphgefässe, welche nur unvollkommene Klappen haben. Die zahlreichen Anastomosen der Lymphgefässe gestatten so die Injection grösserer Bezirke sowohl des oberflächlichen als des inneren Lymphgefässsystems. Die schlank conisch gestaltete Canüle binde ich nicht ein, sondern halte sie während der kurzen Dauer der Injection mit der Hand fest, was einen hinreichend festen Verschluss giebt, da man nie einen starken oder langdauernden Injectionsdruck anwenden darf, wenn man saubere Präparate bekommen will. Alle anderen Methoden stehen an Zuverlässigkeit weit zurück.

Die Abbildungen, welche Teichmann von dem Lymphgefässsysteme der Leber veröffentlicht hat, geben kein ganz zutreffendes Bild insofern, als die einzelnen Theile des Netzes sehr ungleichmässig gefüllt sind, daher die Lymphgefässe allenthalben knotig angeschwollen erscheinen. Eine gute, mit leicht flüssiger Masse und ohne übertriebenen Druck ausgeführte Injection zeigt besonders in der Leberkapsel eine viel regelmässigere Bildung der Lymphgefässe.

Kölliker fand bei Thieren auch die Lebervenen von Lymphgefässen umsponnen, ein Verhalten, welches an der menschlichen Leber noch nicht nachgewiesen ist.

Nach Mac Gillavry stehen die tiefen Lymphgefässe der Hundeleber mit wandungslosen Bindegewebsspalten der Glisson'schen Kapsel in offener Verbindung. Dieser Forscher injicirte wässriges oder leimiges Berlinerblau gegen die Klappen in die grossen Lymphgefässe der Leberpforte, oder aber durch Einstich ins Bindegewebe. Beide Methoden erfordern einen hohen Druck, bedingen deshalb enorme Ausdehnung der Lymphgefässe und häufig Extravasate. Da man überdiess ein Lymphgefäss, besonders wenn es durch übermässigen Injectionsdruck verunstaltet ist, von einer durch Extravasation erzeugten Bindegewebsspalte nur durch den Nachweiss der charakteristischen Epithelzeichnung unterscheiden kann, so halte ich die Ansicht Mac Gillavry's nicht für bewiesen. Auch sprachen die Ergebnisse meiner Injectionen der Lymphgefässe der menschlichen Leber nach der oben beschriebenen Methode stets dagegen.

Nach der Ansicht Biesiadecki's sollen sämmtliche Capillaren eines menschlichen Leberläppchens in Lymphräumen schwimmen, deren Gestalt und Anordnung vollkommen derjenigen der Capillaren gleicht, nur dass sie weiter sind und daher die Capillaren in sich aufnehmen. Leberzellen und Capillaren sollen also allenthalben durch einen mit Lymphe gefüllten Raum getrennt sein. Diese sogenannten

perivascularen Lymphräume hat zuerst Mac Gillavry[1] an der Hundeleber, später Frey und Irminger[2] an der Leber. des Kaninchens und anderer Säuger beschrieben. Nach einer vorläufigen Mittheilung von Kisselew[3] sollen diese perivascularen Lymphräume in der Leber des Hundes und Schweines das für die Lymphgefässe charakterische Epithel besitzen und also perivasculare Lymphgefässe sein. Alle eben genannten Forscher stimmen darin überein, dass diese intralobulären Lymphgefässe in offener Verbindung mit den interlobulären Lymphgefässen stehen, welche im Bindegewebe der Glisson'schen Kapsel gelegen sind.

Ich halte die Existenz solcher perivascularen Lymphgefässe nicht für hinreichend bewiesen, obwohl es leicht ist, an der Menschen- und Hundeleber perivasculare Räume zu demonstriren, und obwohl sie sich stellenweise injiciren lassen. Die Zellen der Menschen- und Hundeleber lösen sich wie gesagt leicht von den Capillaren ab; besonders in Alkohol, in welchem die Capillaren sowohl als die Zellen schrumpfen, entstehen relativ weite leere Räume zwischen beiden, welche offenbare Kunstprodukte sind. Diese Räume lassen sich überhaupt je nach der angewandten Härtungsmethode in ganz beliebiger Breite darstellen. Bei der Menschenleber kommt noch hinzu, dass je nach der Art der vorangegangenen Krankheit und dem hiervon abhängenden Wassergehalte u. s. w. der Leberzellen die Schrumpfung der letzteren eine sehr verschiedene sein kann. Wenn wie in der Menschen- und Hundeleber der Zusammenhang zwischen Leberzellen und Blutcapillaren nur ein lockerer ist, so wird sich vielleicht, besonders bei Kreislaufsstörungen, zwischen beiden eine Flüssigkeitsschichte ansammeln können, durch welche die vollständige Lösung der Zellen von den Capillaren nach dem Härten noch mehr begünstigt wird. Diess Alles berechtigt aber nicht zur Annahme perivascularer Lymphgefässe. Mit demselben Rechte könnte man daraus, dass zwischen den Bündeln des fibrillären Bindegewebes eine gewisse Menge Flüssigkeit Raum hat, schliessen wollen, jedes einzelne Bindegewebsbündel sei in einem Lymphgefässe eingeschlossen. Die Ergebnisse der Injection beweisen ebenfalls nichts, denn man hat die angeblichen perivascularen Lymphgefässe nur durch Extravasation injicirt. Irgendwohin aber muss die Injectionsmasse dringen, wenn man sie mit übermässiger Gewalt vorwärts treibt: was ist natürlicher, als dass sie die leicht von den Blutcapillaren ablösbaren Leberzellen von den ersteren abdrängt und sich zwischen beide einschiebt. Beim Kaninchen findet diese Ablösung nicht statt, und deshalb lassen sich in der Leber dieses Thieres auch keine perivascularen Lymphgefässe injiciren, vielmehr bricht die Injectionsmasse hier stets in die Blutcapillaren selbst ein und füllt diese an. Die Angabe, dass in der Kaninchenleber perivasculare Lymphgefässe injicirt werden können, ist unrichtig, und ich finde gerade darin, dass sich perivasculare Räume in der Kaninchenleber nicht herstellen lassen, einen sehr wichtigen Grund gegen die Annahme derselben in anderen Lebern.

Vom Bindegewebe der Leber. Die Leber führt oberflächliches und inneres fibrilläres Bindegewebe. Ersteres bildet die Leberkapsel, letzteres die Glisson'sche Scheide. Die Leberkapsel ist eine an verschiedenen Stellen sehr verschieden dicke Membran, im Allgemeinen aber so dünn, dass die Lebersubstanz deutlich durchscheint. Soweit der sogenannte Bauchfellüberzug der Leber reicht, lässt sich stellenweise, besonders nach Maceration, die Leberkapsel in eine obere (»seröse«) und eine untere (»fibröse«) Schichte

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. v. 28. April 1864.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1866. 16 Bd. S. 208.
3) Medicinisches Centralblatt v. 20. Febr. 1869.

trennen (Theile). Das innere Bindegewebe bildet die Umhüllung der grösseren Gefässe und die unvollkommenen Scheidewände der Läppchen. Ins Innere der Läppchen einer normalen Leber dringen keine eigentlichen Bindegewebsbündel, wohl aber finden sich spärliche Fasern intralobularen Bindegewebes, welche theils, besonders im peripherischen Theile eines Läppchens, den Capillaren anliegen, theils einfach oder verzweigt zwischen den Capillaren ausgespannt erscheinen und hierbei mehr oder weniger die Form des reticularen Bindegewebes annehmen. Kernhaltige Gebilde, welche zuweilen den Capillaren äusserlich aufliegen, pflegt man als Bindegewebskörperchen zu deuten. Der Nachweis des intralobularen Bindegewebes gelingt am besten, wenn man von Lebern, welche in Chromsäure passend gehärtet sind, äusserst feine Schnitte macht, wobei die Leberzellen an den dünnsten Stellen des Schnittes und an seinen Rändern von selbst herausfallen, so dass die Capillaren und die erwähnten Fasern vollständig isolirt sind. Dickere Schnitte muss man in der Härtungsflüssigkeit längere Zeit schütteln, oder im schlimmsten Falle auspinseln.

Hiss [1] betrachtet die äusserst feine streifige oder netzförmige Zeichnung, welche an der Wand gut isolirter Capillaren häufig sichtbar ist, als adventitia capillaris, findet aber keine Bindegewebskörperchen in derselben. Auch macht er zuerst auf zarte Balken aufmerksam, welche in den Capillarmaschen, deren Leberzellen entfernt sind, bisweilen von einer Capillare zur andern hinüber gespannt erscheinen, und häufig mit trichterförmiger Verbreiterung an der Capillarwand ansitzen. Henle und Kölliker bestätigen letzteren Befund, doch ist Kölliker geneigt, diese Bälkchen als in der Entwicklung oder Rückbildung begriffene Capillaren anzusehen. Ausserdem ist nach ihm neben sternförmigen Bindegewebskörperchen nur eine äusserst geringe Menge formloser Bindesubstanz vorhanden. E. Wagner [2] beschrieb zuerst Bindegewebskörperchen innerhalb der Läppchen, was Engel-Reimers [3], Kölliker und Förster [4] bestätigten. Henle dagegen bestreitet die Bindegewebskörperchen, lässt aber alle Capillaren von Bindegewebsfäden begleitet sein, die dick genug sind, um sie im Querschnitte als dunkle Körnchen wahrzunehmen. Diese Meinungsverschiedenheiten erklären sich meist daraus, dass nicht immer genau berücksichtigt wurde, ob man den centralen oder einen peripherischen Theil des Läppchens vor sich hatte, ob die Leber völlig normal oder nicht, und ob sie jung oder alt war. Die nicht selten vorkommenden spindelförmigen Leberzellen mögen überdiess auch bisweilen mit Bindegewebskörperchen verwechselt worden sein.

Die menschliche Leber zeigt in Betreff ihres inneren Bindegewebes so grosse Verschiedenheiten, dass sich, wenn man nicht über ein sehr grosses Material verfügt, schwer sagen lässt, welches Verhalten eigentlich das normale sei. Bei erwachsenen Hunden ist der normale Befund folgender. Das fibrilläre interlobuläre Bindegewebe schickt nur einzelne dünne und noch schwach gestreifte Bündel in die äusserste Schichte der Läppchen. Diese Stränge lösen sich alsbald in feinere, völlig homogen erscheinende Bälkchen auf, welche, wenn die Leberzellen entfernt worden sind, zwischen den Capillaren ausgespannt erscheinen. Solche homogene Bälkchen

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1860. X. Bd. S. 340.
2) Oestreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde v. 29. März 1861.
3) Expl. micr. de tel. hepat. conjunct. Berol. 1860.
4) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. V. Aufl. S. 438.

findet man dann auch häufig in den übrigen Theilen des Läppchens in den Capillarmaschen ausgespannt. Bald läuft ein solches Bälkchen einfach von einer Capillare zur andern, bald theilt es sich unterwegs, um sich gabelförmig an der anderen Capillare zu befestigen, bald entspringen von der Peripherie einer Capillarmasche mehrere Bälkchen, welche nach der Mitte zulaufen, sich dabei häufig verästeln und untereinander anastomosiren, so dass bisweilen ein zierliches Netz äusserst feiner Bälkchen entsteht, welches sich durchaus wie reticuläres Bindegewebe verhält. Dieses Bindegewebe führt keine Kerne. Da von einer membrana propria der Leberzellen nirgends eine Spur zu finden ist, so ist dies spärliche reticuläre Bindegewebe neben den Leberzellen und Blutcapillaren der einzige sicher nachgewiesene geformte Bestandtheil der Leberläppchen.

Von den Nerven der Leber. Die ziemlich reichlichen Nerven, welche in die Leberpforte eintreten und sich mit den in der Glisson'schen Scheide verlaufenden Gefässen verzweigen, enthalten neben den marklosen Fasern nur spärliche markhaltige, welche letzteren in den feineren Bündeln immer seltener werden. Die feinsten Bündel enthalten nur noch marklose Fasern. Alle nachweisbaren Nerven liegen ausserhalb der Läppchen; im Innern der letzteren gelang es mir nicht, Nerven zu finden. Da hier, wie man sich an sehr feinen Schnitten gehärteter Leber leicht überzeugen kann, ausser den Leberzellen, den Capillaren und dem spärlichen soeben beschriebenen Bindegewebe keinerlei Fasern oder sonstige Gebilde zu sehen sind, so ist anzunehmen, dass wenn Nervenfasern ins Innere der Läppchen dringen, dieselben von ausserordentlicher Feinheit sein müssen.

Zu ganz andern Ergebnissen ist einer kurzen vorläufigen Mittheilung zufolge Pflüger durch Behandlung der Leber mit Ueberosmiumsäure gelangt. Auch ich habe dieses Reagens vielfach angewandt, aber bis jetzt nichts von dem gesehen, was Pflüger beschreibt. Die bevorstehende ausführliche Mittheilung desselben wird hoffentlich die Ursache dieses Widerspruches aufklären.

Capitel XIX.

Kehlkopf und Trachea.

Von

E. Verson.

A. Kehlkopf.

Gerüste.

Die Formveränderungen, welche die Modulation der Stimme am Kehlkopfe als tongebendem Apparate voraussetzt, fallen ausschliesslich den willkührlichen Muskeln als Aufgabe zu, welche jedoch zu einer wirksamen Thätigkeit fester Angriffspunkte bedürfen. Solche sind in dem knorpeligen Gerüste gegeben, und dieses ermöglicht je nach seiner Zusammensetzung und Vertheilungsart eine Mannigfaltigkeit der Bewegung, welche bei den einzelnen Thierklassen je nach den Anforderungen der Stimmleistung verschieden ausfällt.

Im primitiven Kehlkopf des Proteus erscheint beiderseits nur ein knorpeliger Streifen, und aus diesem bildet sich, wie Henle gezeigt, in der aufsteigenden Reihe höherer Wirbelthiere durch Scission, queres Auswachsen und theilweise Resorption jener complicirte Bau, welcher uns der Form und Leistung nach beim Menschen so vollendet entgegentritt.

— Das Zerfallen der bei niederen Thierklassen einfachen Knorpelplatte an der Seite des Kehlkopfs, zu sieben und mehr getrennten Stücken bei den höchsten Säugethieren, bringt aber auch die Nothwendigkeit eines Bandapparates mit sich, der dem complicirten Baue einen Halt verschaffe, und das Kehlkopfgerüste erfordert daher sowohl die Betrachtung der Knorpel an und für sich, als auch die Verbindungsweise derselben unter einander.

Die Knorpel des menschlichen Kehlkopfes gehören theils dem hyalinen, theils dem faserigen Typus an und besitzen im Jugendstadium einen ziemlich lebhaften Stoffwechsel, der durch eigene Gefässe gespeist, durch Nerven geregelt wird. An einzelnen Stellen schickt nämlich das Perichondrium Fortsätze in die Knorpelmasse hinein, welche aus zartem Bindegewebe mit reichlichen spindelförmigen Zellen bestehen, und zwischen denen deutlich feinere und stärkere Gefässe, sowie einzelne Nervenfasern sich erkennen lassen. Im er–

wachsenen Menschen hört der directe Zusammenhang zwischen Knorpeln und Gefässen der Knorpelhaut ganz auf, oder er wird wenigstens sehr beschränkt.

Mit vorschreitendem Alter unterliegen die hyalinen Knorpel der Verknöcherung, und zwar tritt diese in den meisten Fällen erst nach dem 40. Jahre ein, ausnahmsweise auch viel früher, schon um das 20. herum. Der Process beginnt mit einfacher Ablagerung von Kalksalzen in das Grundgewebe und breitet sich ziemlich gleichförmig von den sogenannten Knochenkernen weiter aus. Die Verknöcherungsgrenze ist dabei nicht scharf markirt. Es treten zunächst zerstreute, punktförmige Niederschläge in der Grundsubstanz des Knorpels auf; dieselben werden immer dichter, und fliessen endlich mit der gleichförmig verkalkten Grundsubstanz zusammen. In der Nähe der Ossificationsgrenze erscheinen die Knorpelzellen noch unverändert, aber weiter davon entfernt in der schon längere Zeit verkalkten Substanz sind sie durch zahlreiche Ausläufer schön sternförmig gezeichnet und unterscheiden sich in nichts von den gewöhnlichen Knochenkörperchen. An den Faserknorpeln stellt sich im Allgemeinen auch mit vorschreitendem Alter keine Verknöcherung ein; eine Ausnahme macht nur der Giessbeckenknorpel des Hundes, der doch ossificiren kann.

Zu den rein faserigen Knorpeln gehören die Epiglottis, die Santorini'schen, die Wrisberg'schen und die des unconstanten Sesamoidealknorpel; als rein hyalin zählt man den Schild- und den Ringknorpel, das corpusculum triticeum auf; während endlich die Cartilago arytänoidea stellenweise hyalin, stellenweise faserig erscheint.

Der Epiglottisknorpel erscheint an seiner hinteren (untern) Fläche von zahlreichen Gruben und Lücken ausgehöhlt, welche oft auch durchgreifen, und dann meistens Gefässen und dünneren Nervenstämmen zum Durchtritte dienen. Die seichteren Gruben nehmen Fettzellen oder acinöse Drüsen in sich auf, welche letzteren sämmtlich der hinteren Fläche der Epiglottis angehören. Natürlich folgt das Perichondrium allen Vertiefungen und Löchern des Knorpelstückes. Die Epiglottis verknöchert nur bei Reptilien und Vögeln, bei welchen sie in innigerem Zusammenhange mit dem Schildknorpel steht.

Der Schildknorpel zeigt im Allgemeinen hyaline Structur, besitzt aber doch einige Stellen, an welchen auch Fasern zwischen den Knorpelzellen auftreten. Es gilt das zunächst von den Rändern, von welchen die elastischen Haftbänder zum Zungenbein und zur Cartilago cricoidea ausgehen. Aber noch mehr von der Vorderkante in der Höhe der wahren Stimmbänder, von welchen die äussersten Fasern weit in den Knorpel sich verlaufen, der dadurch gewissermassen in drei Abschnitte, einen medianen, zwischen den Stimmbändern gelegenen (lamina mediana, Halbertsma), und zwei laterale zerfällt. Beim neugebornen Kinde zeigt sich ein anderes Verhältniss, indem hier allerdings eine ähnliche Scheidung in drei Theile angedeutet ist, aber nur dadurch, dass die wie beim Erwachsenen dichter stehenden Knorpelzellen des Mittelstücks beiderseits in einer auswärts concaven Linie seltener, und gleichzeitig grösser

erscheinen. Eine wirkliche Dreitheilung des Schildknorpels kommt nur bei Vögeln vor. Endlich findet man auch mitten im Gewebe jüngerer Schildknorpel Faserzüge, und zwar theils für sich, theils als Träger von Gefässen.

Von den Wrisberg'schen Knorpeln ist es bekannt, dass sie zuweilen in drei und mehr rundliche Knoten zerfallen, welche theils über, theils nebeneinander gereiht sind. Dabei zerfährt das Perichondrium der einzelnen Knötchen in Strahlungen, die sich auf verschiedene Weise kreuzen, und so Räume zwischen sich fassen, in welche acinöse Drüsen eingesenkt sind.

Die Cartilago Santorini (corniculata) erscheint vom Giessbeckenknorpel nur durch einen Fortsatz des Perichondriums getrennt, der sich durch etwas grössere Weichheit und einzelne eingestreute Knorpelzellen von der übrigen Knorpelhaut auszeichnet. Sie erscheint gewöhnlich faserig, birgt aber zuweilen einen hyalinen Kern in der faserigen Rinde.

Vom Giessbeckenknorpel endlich zeigt der eigentliche Körper eine rein hyaline Struktur. Dieselbe geht aber häufig in den peripheren Theilen in eine faserige über, was für den processus vocalis und für die Spitze der Pyramide ausnahmslos gilt. Auffallend ist die Verknorpelung, welche beim Hunde von der Cart. arytänoidea aus in beide Stimmbänder weitergreifen kann. Dieselben schliessen in solchen Fällen bis ziemlich weit nach vorne eine Faserknorpellamelle in sich ein, die mit den verschmolzenen Santorinischen, Wrisbergschen und Giessbeckenknorpeln zusammenhängt.

Die Verbindungsweise der Knorpel unter einander wird, je nachdem Beweglichkeit mit allseitiger Verrückbarkeit, oder mit Fixirung bestimmter Unterstützungspunkte bezweckt ist, durch Bänder oder durch Gelenke bewerkstelligt. Erstere hängen allseitig mit den umgebenden Geweben zusammen. Sie enthalten vorwiegend elastisches Gewebe, weniger Bindegewebsfasern, und im kindlichen Alter besonders reichlich spindelförmige Zellen. In der Nähe ihrer Ansatzpunkte an den Knorpeln, schliessen sie meist auch Knorpelkörperchen in sich ein, welche gegen den Ansatzpunkt zu immer dichter werden und schliesslich in wirklichen Knorpel übergehen.

Gelenkige Verbindungen bestehen zwischen Ring- und Giessbeckenknorpel, ferner zwischen Ring- und Schildknorpel.

Die Oberflächen des Crico-arytänoidealgelenkes sind hyalin, und zeigen nur eine dichtere Anordnung der etwas kleineren Knorpelzellen, die mit ihrer Längsaxe zur Gelenksfläche parallel liegen. Die dem Ringknorpel angehörige Gelenksfläche nimmt peripher, d. h. dort wo sich die Kapsel an sie ansetzt, auch von dieser einige Fasern auf, welche in die Gelenksfläche ausstrahlen, sich aber gegen das Centrum derselben bald verlieren. Die Kapsel selbst enthält andererseits neben ihren Ansatzpunkten Knorpelkörperchen, die sich vom Knorpel aus in sie fortsetzen. Von hinten und aussen drängt sich in das Gelenk ein Zwischenstück ein, welches mit breiter Basis von der Kapsel ausgeht, und gegen die Höhle des Gelenkes zugeschärft endigt. Meist besteht es aus festem, straffem Fasergewebe, welches spärliche grosse Knorpelzellen

enthält, ist aber nicht wie die übrige Innenfläche der Gelenkskapsel mit Epithel überzogen.

Die Kapsel der Articulatio cricothyreoidea besteht vorwiegend aus Bindegewebe, welches sich auf die Gelenksfläche des Ringknorpels fortsetzt und diese der ganzen Breite nach durchsetzt; das Kapselgewebe selbst ist von Knorpelzellen ganz durchsäet. Auch die Verstärkungsbänder dieses Gelenkes erscheinen verhältnissmässig arm an elastischem Gewebe.

Weichtheile.

Der Kehldeckel ist von einer Schleimhaut überzogen, welche sich besonders an der freien Spitze desselben durch ihre Dünnheit und noch dadurch auszeichnet, dass sie durch weniges straffes Bindegewebe an die Knorpelhaut fixirt ist; sie enthält zahlreiche elastische, längsverlaufende Fasern, und in ihren Maschenräumen zahlreiche, rundliche ein oder mehrkernige Körperchen, die besonders an den Seiten der Schleimhautgefässe und unmittelbar unter dem Epithel dichter angeordnet sind. Die freie Schleimhautfläche erscheint auf Durchschnitten der hintern Seite des Kehldeckels gegen das Epithel mit einer scharfen, geraden Linie abgesetzt, während Durchschnitte der Vorderseite desselben wellige Begrenzungscontouren zeigen, und nebstdem Papillen von 0.7—0.18 Millim. Länge in das Epithel schicken, von denen die stärkeren zuweilen in zwei und drei Spitzen auslaufen und schöne Gefässschlingen enthalten. Gegen den Kehlkopfeingang herab, erstarkt die Schleimhaut, trennt sich schärfer vom lockeren submucösen Gewebe, und erhält sich von da ab in einer Mächtigkeit von ungefähr 0.1—0.15 Millim. Nur am oberen Stimmbande erfährt sie zuweilen eine namhafte Verdickung.

Das Epithel besteht auf der vorderen Epiglottisfläche aus stark geschichteten Pflasterzellen, und wird 0.2—0.3 Millim. dick. Viel dünner ist es an der hinteren Fläche, nur 0.06—0.1 Millim. betragend, und zwar besteht die unterste Zellenschichte desselben aus zarten, pallisadenartig an einander gereihten Cylinderzellen, über welchen sich mehr rundliche, oder polygonal abgeplattete Zellen zu einem Stratum Malpighii zusammenstellen, bevor sie sich zur Hornschichte abplatten. Gegen den Epiglottiswulst zu strecken sich die cylindrischen Basalzellen, während die darüber liegenden Zellschichten entsprechend sich verringern, und endlich mit Zurücklassung der länger gewordenen Basalzellen ganz verschwinden, welche Basalzellen durch einen Flimmerbesatz von ungefähr 0.005 Millim.



Fig. 124.

Fig. 124. Epithel der hinteren Kehldeckelfläche mit einem knospenförmigen Gebilde. *a* Querschnitt des centralen Canals.

Höhe sich zu Flimmerzellen umbilden. Zwischen den Basen der bewimperten Zellen treten nun viele rundliche, ovale Zellen auf, und die neue Epitheldecke kann so eine Höhe von 0.15 Millim. und darüber erreichen.

Der Uebergang der Epithelformation von der vorderen auf die hintere Epiglottisfläche findet so statt, dass das Pflasterepithel der vorderen noch den Rand des Kehldeckels überzieht und erst an der hinteren Fläche sich plötzlich verdünnt. Beim neugebornen Kinde ist die ganze hintere Epiglottisfläche von einem ungefähr 0.08—0.1 Millim. dicken Flimmerepithel überzogen.

Etwa im zweiten Viertel der hinteren Epiglottisfläche, wo also das Epithel sich in einem Uebergangsstadium zu Flimmerzellen befindet, treten zwischen den übrigen Epithelialzellen knospen- oder zuweilen pyramidenförmige Bildungen auf, welche sich mit ihrem Gipfel der Hornschichte nähern, und durch diese hindurch ein feines Canälchen, oft in spiraligen Windungen, oft gerade gestreckt, bis zur freien Oberfläche senden. Die Gebilde bestehen aus langgezogenen, mehr oder weniger breiten Epithelialzellen, welche meist mit breiterer Basis der Schleimhautfläche aufsitzen, ihr zugespitztes Ende der freien Oberfläche zukehren, und einen Canal umlagern, der sich am Gipfel der Knospen, hart unter der Hornschichte bedeutend verdünnt und in das früher genannte Canälchen mündet. Ob diese Gebilde Ausführungsgänge von acinösen Drüsen sind, konnte ich auf Durchschnitten nicht entscheiden.

Die Epithelzellen der Kehlkopfschleimhaut werden auf gewisse Reagentien ebenso zu Becherzellen umgewandelt, wie jene anderer Schleimhäute.

Das submucöse Gewebe ist an der Vorderseite des Kehldeckels reichlicher und loser angelegt als an der hinteren und lässt im Allgemeinen eine doppelte Faserrichtung unterscheiden.

Zunächst fallen Bündel auf, welche vorwiegend circulär den Kehlknorpel umgehen, und zwischen diesen längsverlaufende Fasern, welche gegen die Basis des Kehldeckels zu, allmälig über die ersteren das Uebergewicht gewinnen.

Beim Uebergange des Kehldeckels in die Zunge strahlt ein Theil der Längsfasern in diese selbst aus.

Die mittleren Bündel dieser Fasern sind rein elastisch, und heben die Schleimhaut zur Plicaglossoepiglottica hervor, seitlich vermischen sie sich wieder mit Bindegewebsfasern, welche lockerer stehen, und häufig zur Aufnahme von Fettzellen auseinanderweichen. Man verfolgt mit Leichtigkeit diesen Zug von Längsfasern in die Tiefe bis zum Perichondrium des Kehldeckels, von welchem in gleicher Höhe das Lig. hyoepiglotticum seinen Ursprung nimmt, während es tiefer unten mit dem Lig. thyreoepiglotticum zusammenhängt. Tief in dem Gewebe verborgen trifft man auch einzelne Muskelfasern an, welche dem M. thyreo-ary-epiglotticus angehörend, vom Schildknorpel gegen die Seitenränder des Kehldeckels oder in die ary-epiglottische Falte ziehen. —

An der Rückseite des Kehldeckels wird nach unten zu das submucöse

Gewebe reichlicher und lockerer, so dass die lose angeheftete Schleimhaut, entsprechend der unteren Spitze des Knorpels, wulstförmig hervorragt. Reichlich treten hier Fettzellen und acinöse Drüsen auf in Aggregaten von etwa 1 Millim. Durchmesser, deren Ausführungsgänge ziemlich gerade zur Schleimhautoberfläche verlaufen. Während nämlich am freien Ende des Kehldeckels nach oben acinöse Drüsen spärlich oder gar nicht vorkommen, treten sie nach unten zu, in einzelnen kleinen Aggregaten auf, welche sich seitlich um die Mittelrippe des Kehlknorpels anordnen, in dessen Lücken sie häufig eingebettet erscheinen. Allmählig werden aber bis zum Epiglottiswulst herab die Aggregate häufiger, grösser und dabei strecken sich ihre Ausführungsgänge bis zur Durchbohrung des Epithels gerade, während dieselben höher oben nur bis zum Epithel gerade verliefen, hier rechtwinckelig umbogen, nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder in die Epitheldecke einbiegen, um, wie ich nur vermuthen aber durch den direkten Zusammenhang nicht erweisen konnte, in die schon beschriebenen knospenartigen Gebilde überzugehen.

Die acinösen Drüsen des Kehlkopfes lassen wie überall eine strukturlose Haut und, dieser aufsitzend, ein Epithel unterscheiden, dessen Zellen die Form abgestutzter Kegel mit aufsitzender breiter Basis darbieten. Ihre Ausführungsgänge sind von einer Schichte Cylinderzellen ausgekleidet, welche jedoch am Epiglottiswulst und an der unteren Seite des falschen Stimmbandes zuweilen einen Flimmerbesatz annehmen. Solche Ausführungsgänge zeichnen sich besonders durch die Grösse ihres Durchmessers aus, der in einzelnen Fällen bis 0.3 Millim. betragen kann. Es gelingt da nicht selten, die strukturlose Haut des Ausführungsganges zu isoliren, und man entdeckt dann an ihr aufliegende grosse sternförmige Bindegewebskörperchen, welche dieselbe mit ihren Fortsätzen umspinnen.

An der hinteren Epiglottisfläche des Hundes sind die Ausführungsgänge der acinösen Drüsen zuweilen von einer zweifachen Schichte cuboider Zellen ausgekleidet.

An den ary-epiglottischen Falten folgen die Züge des submucösen Gewebes der Richtung der Falte selbst, und umhüllen so die Bündel des M. thyreo-ary-epiglotticus, welche um die Cart. corniculata derselben Seite umbiegend, in diese Falten ausstrahlen, und an der äusseren Seite derselben sich haltend, theils in dieser selbst endigen, theils bis zum Seitenrande der Epiglottis hinaufziehen, um sich an deren Perichondrium zu inseriren. Die Endigungsweise der ungefähr 0.03—0.05 Millim. breiten, quergestreiften Muskelfasern ist derart, dass sich das Sarkolemma zu einem Faden verdünnt, der sich mit oder ohne kernige Anschwellungen in das umgebende Bindegewebe oder zwischen die Fasern des Perichondriums verliert.

Nahe den Wrisberg'schen Knorpelkernen werden die bindegewebigen Züge des submucösen Gewebes unregelmässig, kreuzen und durchflechten sich mit den Ausstrahlungen der Wrisberg'schen Knorpelhaut, und bilden so zahl-

reiche Lücken zur Aufnahme acinöser Drüsen, die hier besonders angehäuft erscheinen, so dass sie die Schleimhaut selbst hervorwölben.

Bei Schaf, Schwein, Katze u. A. liegen an der Eingangsfalte des Kehlkopfes, Lymphfollikel in die Schleimhaut eingetragen.

Im weiteren Verlaufe faltet sich die Schleimhaut zum wulstigen oberen (falschen) Stimmband, das mit abgerundetem Rande ziemlich schlaff herabhängt, und setzt sich dann nach unten als Auskleidung des Ventriculus Morgagni fort. Bei ihrer Faltung zum sogenannten oberen Stimmbande zieht aber die von Lymphkörperchen durchsetzte Schleimhaut einen Theil der darunter liegenden stark elastischen Schichte (Faserhaut), deren Richtung nun rein longitudinell verläuft, in die Faltung mit ein, so dass sich auch diese gewissermaassen zu einer Duplicatur zusammenlegt. Ausserdem flechten sich durch dieselbe in grösserer Menge auch horizontal verlaufende, elastische Fasern, welche vom Winkel des Schildknorpels ausgehen, nach hinten aber auseinanderfahren, um theils in sagittaler Richtung zu endigen, theils nach unten umzubiegen, indem sie den hinteren Winkel des Morgagni'schen Ventrikels umgreifen. Ein Lig. thyreoarytaenoideum sup. lässt sich also für sich nicht darstellen. Man findet weder eine ausschliessliche Richtung der Fasern, noch dieselben zu einer Bandmasse vereinigt, und ein Schnitt, der senkrecht auf das obere Stimmband fällt, zeigt vielmehr nur unregelmässige, elastische Züge mit Beimischung von Bindegewebe, welche bald auseinanderfahren, bald wieder sich vereinigen. Es entstehen so grosse Lücken, in welchen Haufen von Fettzellen und ansehnliche Drüsenagglomerate eingebettet liegen. Sowohl nach oben als nach unten setzen sich aber einzelne Bündel fort, und gehen direkt in die longitudinelle Faserschichte des Kehlkopfes über.

Beim Hunde erscheint das elastische Gewebe des oberen Stimmbandes nicht selten verknorpelt, wobei der Prozess vom Giessbeckenknorpel nach vorne zu vorschreitet. Es ist hier auch die horizontale Faserung viel ausgeprägter und wird jenes Bündel, welches beim Menschen am hinteren Winkel des Morgagni'chen Ventrikels nach unten umbiegt, ganz selbständig, so dass es von Schleimhaut überzogen, stark vorragt und den Anschein gibt, als inserire sich das obere Stimmband in den Grund des Morgagni'schen Ventrikels. Hat die erwähnte Verknorpelung stattgefunden, so liegen die Drüsen grösstentheils hinter dem Knorpel und ergiessen sich durch denselben in den Ventrikel.

Einzelne kleinere Bündelchen des M. thyreoarytaenoideus ext. schieben sich beim Menschen zuweilen auch in das obere Stimmband ein, und erscheinen dann als selbständige Muskel (M. Santorini).

An den Rändern der ary-epiglottischen Falten, in ihrer ganzen Ausdehnung, besteht das Epithel aus geschichteten Pflasterzellen, welche sich auch an den einanderzusehenden Flächen der Giessbeckenknorpel bis zum unteren Stimmbande fortsetzen. Bei Thieren treibt die Schleimhaut in dasselbe papillenartige Fortsätze, welche sich beim Menschen auf jene Hervorragungen der Schleimhaut beschränken, die durch die Cart. corniculatae bewirkt werden; solche messen zuweilen 0.35 Millim. in der Höhe, 0.1 in der Breite. Dagegen

sind die oberen Stimmbänder, und beim Menschen auch die Wände des Ventriculus Morgagni mit demselben Flimmerepithel überzogen, welches schon an der Basis des Kehldeckels aufgetreten war. Die Drüsen zerfallen im Ventrikel zu viel kleineren Aggregaten, welche alle mit besonderem, geradeverlaufenden Ausführungsgange münden, ebenso wie dieses an den einander zugekehrten Flächen der Giessbeckenknorpel statt hat.

Im wahren Stimmbande, und ganz besonders an der Kante desselben, erfährt das dünne, elastische Gewebe, welches im Ventriculus Morgagni die Schleimhaut vom Knorpel trennte, eine sehr namhafte Verstärkung durch ein prismatisches, compactes Band (Lig. thyreoarytaen. inf.), dessen Hauptzüge vom Winkel des Schildknorpels unter dessen Incisur entspringend, gegen den Giessbeckenknorpel zu verlaufen.

Die Fasern dieses Bandes erscheinen nur in ihrer vorderen Partie zu einem einzigen Strange zusammengedrängt; nach hinten dagegen theilen sie sich unter spitzem Winkel in mehrere Bündel, welche verschiedene Insertionspuncte aufsuchen. Eines derselben wendet sich am hinteren Winkel des Ventrikels nach oben, und strebt so einer Partie des Lig. thyreoarytaenoideum sup. entgegen, mit der es sich verfilzt. Das zweite, stärkste, dringt mit einer Portion in den Faserknorpel des processus vocalis ein, mit einer andern setzt er sich höher oben an der Spina inf. des Giessbeckenknorpels an, und deckt so den processus vocalis. Ein drittes endlich, der Lage nach am tiefsten, zerfährt in der Nähe des Stimmfortsatzes in 5 oder 6 schwächere Züge, welche in kurzen Zwischenräumen sich an der medialen Fläche des Giessbeckenknorpels, an der inneren Seite der Kapsel des Cricoarytaenoidealgelenkes, und selbst am oberen Rande der lamina cricoidea fortsetzen. Sie sind durch senkrecht verlaufende Bindegewebszüge von einander getrennt, welche von der Umgebung der Cart. corniculatae herstammen.

Alle diese elastischen Bündel vereinigen sich, wie bemerkt, nach vorne zu einem compakteren und daher dünneren Strange, der sich eine Strecke in den Schildknorpel selbst fortsetzt. Gleich nach seinem Austritte vom Schildknorpel, verdickt sich aber das Lig. thyreoarytaenoideum inf. zu einer rundlichen Anschwellung, welche an feinen Durchschnitten als eine dichte Verfilzung elastischer Fasern erscheint. Auch am Neugebornen ist diese Verdickung leichter kennbar; die Hauptmasse derselben besteht hier jedoch nicht so sehr aus elastischen Fasern, als vielmehr aus rundlichen und spindelförmigen Zellen, die immer noch in die Länge auswachsen. Eine Verknorpelung habe ich an dieser Stelle nie gesehen.

Wie das nach abwärts umbiegende Bündel des Lig. thyreoarytaenoideum sup. ist auch das aufwärtsstrebende des inf. beim Hunde besonders stark ausgeprägt, so dass es zuweilen die Schleimhaut selbständig hervorwölbt. Ferner sei erwähnt, dass die Abgrenzung zwischen dem eigentlichen Stimmbande und dem M. thyreoarytaenoideus int., beim Menschen eine viel strengere ist als bei Thieren.

Die vorspringende Kante des wahren Stimmbandes ist beim Menschen

von einem ungefähr 0.1 dicken Pflasterepithel überzogen, welches sowohl gegen den MORGAGNI'schen Ventrikel, als die Trachea zu, ziemlich plötzlich in das gewöhnliche Flimmerepithel übergeht, und andererseits nach hinten, mit dem Pflasterepithel, welches die ary-epiglottischen Falten überzieht, zusammenhängt. Das Pflasterepithel der Stimmbänder ist ausserdem von mächtigen Papillen durchsetzt, welche an ihrer Basis über 0.03 Millim. breit, in dasselbe 0.05—0.06 Millim. weit vorragen.

Unterhalb der Glottis verdünnt sich allmählig die Epithelschichte bis zur Trachea herab und ebenso die Schleimhaut. Das submucöse Gewebe dagegen verstärkt sich an der vorderen Fläche des Kehlkopfes durch Ausstrahlungen der Membrana cricothyreoidea, und gewinnt in demselben Maasse Raum, als sich nach unten der prismatische Muskelbauch des Thyreoarytaenoideus int. von der Schleimhaut zurückzieht. Gleichzeitig schliesst es zahlreiche Drüsen ein, welche eine auffallend seitliche Abplattung zeigen, indem sie sich weit mehr der Fläche als der Tiefe nach ausbreiten. Im Bereiche des Ringknorpels häufen sich die Drüsen besonders an der hinteren Fläche des Kehlkopfes an, wo auch das submucöse Gewebe eine entsprechende Bereicherung erfährt.

Die Gefässe des Kehlkopfes bieten nichts Eigenthümliches dar. Die stärkeren Aeste derselben halten sich an dem knorpeligen Gerüste, oder verlaufen doch tief in den Weichtheilen. Die dünneren Verästelungen ziehen gegen die Schleimhaut und lösen sich in derselben zu einem feinen Netzwerke auf.

Ebensowenig ergeben sich charakteristische Merkmale für die Nerven, von denen nur der Reichthum auffallend ist. Man kann dünnere und stärkere Stämme bis in die Schleimhaut verfolgen; deren eigentliche Endigung ist aber noch ziemlich unbekannt. Nur die Muskeläste des Laryngeus sup. und des Recurrens erscheinen vor ihrer Verzweigung in die Muskeln mit zahlreichen Ganglienzellen besetzt. Nach LUSCHKA geschieht die wahre Endigung der Nerven mittelst birnenförmiger oder ovaler 0.0035 Millim. breiter Körperchen, zu welchen je ein feiner Axencylinder tritt, und in denselben meist aufgetrieben endiget.

B. Trachea.

Das Gerüste der Trachea wird durch 15—20 unvollständige Knorpelringe hergestellt, welche am hinteren Ende offen, ungefähr die Form eines Hufeisens wiedergeben. Abweichungen von dieser Form kommen in so ferne vor, als besonders am oberen und unteren Ende der Trachea die Knorpelringe häufig Aeste nach oben und unten schicken, die sich mannichfaltig mit den Nachbarringen verschmelzen; die Scheidung der einzelnen Ringe von einander kann dadurch wesentlich erschwert werden.

Zwischen den offenen Enden der Knorpelringe finden sich in seltenen Fällen Knorpelkerne eingestreut, welche ebenso wie jene eine hyaline Structur zeigen. Solche finden sich zuweilen auch bei Thieren vor.

Bei Hund, Katze, Schaf etc. stellen die Knorpelringe der Trachea vollständigere Kreissegmente als beim Menschen dar. Sie sind sich im Ruhezustand fast bis zur Berührung genähert und legen sich bei Contraction der Muskelhaut der Trachea über einander, so dass sie die Schleimhaut in Form einer longitudinellen, 3—4 Linien breiten Falte in die Lichtung der Trachea vortreiben.

Vom unteren Rande des Ringknorpels zum ersten Knorpelringe der Trachea, sowie im weiteren Verlaufe zwischen je zwei Ringen der Trachea laufen starke elastische und Bindegewebszüge, welche das Gerüste zusammenhalten. Vom unteren Rande der einzelnen Ringe strahlen übrigens eben solche auch reichlich in das submucöse Gewebe aus.

Das Innere der Trachea ist von einer 0.13—0.15 Millim. dicken Schleimhaut ausgekleidet, welche durch ihren besonderen Reichthum an längsverlaufenden elastischen Fasernetzen ausgezeichnet ist. Zu innerst erscheint sie zuweilen in einer dünnen Schichte hyalin, was zur Annahme einer besonderen Basalmembran geführt hat, und darauf endlich liegt eine Epitheldecke von Flimmerzellen, deren Höhe 0.06—0.075 Millim. beträgt.

Wie die Schleimhaut, zeigt auch das darunterliegende submucöse Gewebe eine vorwiegende Längsfaserung, und wird dasselbe von Bindegewebe constituirt, welches je mehr nach aussen, desto reicher an elastischen Fasern wird. Im hinteren knorpelfreien Theile der Trachea liegt unter der Schleimhaut eine 0.8—1.2 Millim. dicke, transversale Schichte organischer Muskelfasern, welche zwischen den vorderen Flächen der Knorpelenden ausgespannt sind. Dieselben gehen mit zarten, dünnen Sehnen in das Perichondrium der Knorpelringe über, oder, was seltener der Fall ist, sie verlieren sich in die Schleimhaut selbst.

Diese Muskelschichte erscheint durch stärkere, bindegewebige Einschübe in Absätzen unterbrochen, von welchen meist mehrere einem Knorpelringe entsprechen; mit den bindegewebigen Scheidewänden ziehen Gefässe und Nerven, welche die Schleimhaut von hinten her versorgen. Der äusseren Seite der Muskelschichte liegen ausserdem nicht selten noch kürzere, longitudinale Muskelbündel auf, welche an den Scheidewänden der transversalen Schichte Ursprung und Ende nehmen, so dass sie wie Klammern in die transversale Muskelschichte eingreifen. Zu äusserst folgt endlich eine Lage längsverlaufenden Bindegewebes (Faserhaut).

Aehnliche und noch viel stärkere longitudinale Muskelbündel kommen auch an der Trachea von Hund und Katze vor. Contrahiren sich dieselben, so legen sich die Knorpelringe dachziegelartig über einander, so dass an Horizontalschnitten zwei aufeinander folgende Ringe gleichzeitig getroffen werden. Der Schnitt zeigt dann zwei concentrische Knorpelstreifen, die durch elastisches Gewebe von einander getrennt sind.

Bei denselben Thieren, sowie auch bei Kaninchen, Schaf u. A. bietet auch die transversale Muskelschichte eine Eigenthümlichkeit dar, indem sie weit über die Enden der Knorpelringe hinausreicht, und sich an der äusseren Fläche derselben inserirt. Sie umgreift fast ein Drittel des ganzen Ringes und kann sich so mächtig contrahiren, dass die offenen Ringenden sich weit übereinanderlegen und selbst an ihren Enden einknicken.

Die Trachea ist reichlich mit acinösen Drüsen ausgestattet, welche an ihren vorderen und seitlichen Partien eine zusammenhängende Schichte darstellen, die selbst auf der stärksten Convexität der Knorpelringe nicht unterbrochen erscheint. An der hinteren knorpelfreien Fläche bilden sie sogar mehrere Schichten, indem die einen zwischen Schleim- und Muskelhaut, andere in der Muskelhaut selbst, und andere endlich hinter derselben gelagert sind, so dass sie mit ihren, gerade zur Oberfläche ziehenden Ausführungsgängen die Muskelschichte durchbohren.

Die Gefässe bilden ähnliche oberflächliche Netze in der Schleimhaut der Trachea, wie in jener des Kehlkopfes.

Die Endigungsweise der Nerven ist noch nicht näher bekannt. In der hinteren Faserhaut bieten sie ansehnliche, gangliöse Anschwellungen von rundlich oblonger Form dar, welche mit dem grössten Durchmesser der Längsaxe parallel liegen. Ihr Breitendurchmesser beträgt bis 0.2 Millim., ihr Längsdurchmesser das Zwei- und Dreifache davon.

Literatur.

Meckel. Anatomie VI. — C. Mayer in Merkel's Archiv 1826. Henle, Anatomie des Kehlkopfes; Anat. II. Bd. — Rheiner. Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Diss. 1852, und in Würzburger Verhandlungen III. — Luschka. Zeitschrift für rat. Med. III. Reihe. XI. Reitz. Künstliche Erzeugung von croupöser Pneumonie. Akad. der Wissensch. zu Wien, Bd. LV, Abth. II. — Verson. Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfes und der Trachea. Akad. der Wissensch. zu Wien LVII. Bd. I. Abth. — Luschka. Die Schleimhaut des Cavum laryngis. Arch. für mikroskop. Anat. V. Bd. I. Hft.

Capitel XX.

Die Lungen.

Von

Franz Eilhard Schulze.

I. Die Lungen der Säugethiere.

Von dem in jede Lunge eintretenden freien Luftröhrenaste, bronchus, aus entwickelt sich ein die ganze Lunge durchsetzendes, baumartig verästeltes System solid- und glattwandiger Röhren, der Bronchien. Aus dem einfachen Stamme entsteht zunächst durch spitzwinklig dichotomische Endtheilung eine Menge divergirender Aeste, welche, nachdem sie bei jeder neuen Verzweigung enger werdend, ein gewisses Kaliber (beim Menschen etwa 4 Millim. Durchmesser) erreicht haben, die dichotomische Theilung fast gänzlich aufgeben, und sich gradlinig mit stetig abnehmendem Lumen bis in die Nähe der Lungenoberfläche fortsetzen, dabei aber seitlich in spiraliger Anordnung kleinere ebenfalls grade verlaufende Seitenäste unter einem Winkel von 45° abgeben. Die von diesen letzteren in ähnlicher Anordnung entspringenden Seitenzweige verästeln sich wieder mit dichotomischer, nun aber fast rechtwinkliger Endtheilung. Dadurch, sowie durch den Umstand, dass gewöhnlich der eine Theilungsast nahezu in der Richtung des sich theilenden Stammes fortläuft, und die Theilungen meist in rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen erfolgen, entsteht ein eigenthümlich zickzackförmiger Verlauf dieser kleinsten Bronchien, welche schliesslich mit einem Durchmesser von 0.3 bis 0.2 Millim. (unter 0.1 Millim. geht auch bei den kleinsten Säugern, Maus, Fledermaus etc. der Bronchiendurchmesser nicht herab) in die respirirenden Hohlräume übergehen. Diese stellen ebenfalls rundliche Gänge dar, welche unter zwei- bis viermaliger, spitzwinklig-dichotomischer Theilung auf eine Entfernung von 2—4 Millim. von jedem Bronchienende aus sich verzweigend mit kleinen, meistens trichterförmig sich erweiternden Endausläufern und ähnlich gestalteten, kurzen, seitlichen Aestchen — beide wegen des verhält-

nissmässig engen Einganges und weiten Grundes infundibula genannt — blind[1] endigen. Dabei besitzen diese Gänge aber nicht wie die Bronchien gleichmässig dicke, solide Röhrenwandungen, sondern sie sind von zahlreichen, seitlich aneinanderstossenden, in das Lumen des Ganges öffnenden, kleinen, polyedrischen Hohlzellen mit abgerundeten Kanten und Ecken, den **Alveolen**, sowohl ringsum, als auch in den seitlichen und terminalen Endausläufern den infundibulis, so dicht besetzt, dass ihre Begrenzung nur zum geringsten Theile durch die freien, schmalen Ränder der Alveolensepta, zum bei weitem grössten Theile durch die Alveolenwandungen selbst gebildet wird. Ich werde sie deshalb **Alveolengänge**[2] nennen.

Das Lumen dieser Gänge, soweit es durch die freien Ränder der Alveo-

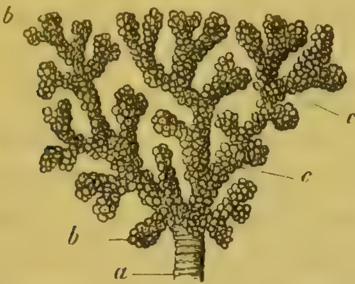


Fig. 125. Alveolengangsystem mit infundibulis aus dem Lungenrande eines Affen, (Cercopithecus); mit Quecksilber gefüllt. Vergr. $^{10}/_{1}$. *a* Bronchialendzweig. *bb* Infundibula. *cc* Alveolengänge.

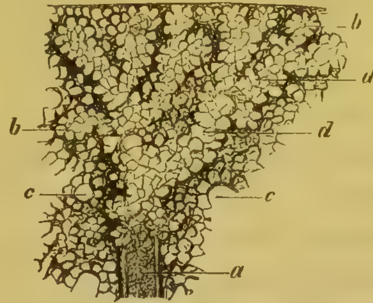


Fig. 126. Schnitt aus einer mit Alkohol gefüllten und erhärteten Katzenlunge. Vergr. $^{12}/_{1}$. *a* Bronchialendzweig. *bb* Infundibula. *cc* Querschnitte von Alveolengängen. *dd* Längsschnitte von Alveolengängen.

lensepta angedeutet ist, beträgt beim erwachsenen Menschen 0.4—0.2 Millim., bei Säugethieren mittlerer Grösse, Schweine, Hund, Katze 0.2—0.15; bei der Ratte etwa 0.1; bei der Maus und Fledermaus (Plecotus auritus) 0.1 bis 0.06 Millim. Die Hauptstämme sind stets etwas weiter als die Theilungsäste. Auch nimmt die Weite mit dem steigenden Alter, wenigtens beim Menschen zu.

Die Alveolen selbst, welche auf dem Querschnitte eines Ganges oder infun-

---

1) Netzartige, offene Communication benachbarter Luftgänge wurde zuerst von Bourgery (Gazette des hopitaux. Juillet. 1842), später von Adriani (De subtil. structura pulmonum 1847), Williams (in Todd's Cyclopaedia of anat. and physiol. Vol. V.) und Anderen fälschlich behauptet.

2) Intralobular bronchial ramifications (Addison); lobular passages (Todd); intercellular passages (Rainey). Während nach den bekannteren deutschen Lehrbüchern die infundibula direkt den letzten Enden der Bronchialzweige aufsitzen sollen, finden sich ähnliche Darstellungen vom Bau des Lungenparenchymes, wie ich sie hier nach eigenen Untersuchungen gebe, schon bei Lereboullet (Anatomie comparée de l'appareil respiratoire 1838); Addison (Philosophical Transactions 1842); Rossignol (Recherches sur la structure intime du poumon 1846); le Fort (Recherches sur l'Anatomie du poumon chez l'homme 1859); auch (abgesehen von der dort behaupteten, offenen, netzartigen Verbindung der Gänge) in den von Williams geschriebenen Artikel, Organs of respiration in Todd's Cyclopaedia of anat. and phys. Vol. V, 1859, und bei einigen anderen englischen Autoren.

dibulum zu 4—8 in radiärer Stellung angetroffen werden, sind beim neugeborenen Säugethier im Allgemeinen halbkuglig geformt, und werden erst später durch den gegenseitigen Druck mehr polyedrisch. Sie sind am flachsten und durch ziemlich breite Septa geschieden in den als direkte Fortsetzung der feinsten Bronchialzweige beschriebenen Anfangstheilen jedes einzelnen Alveolengangsystemes, am tiefsten und nur durch schmale Septa getrennt in den letzten Ausläufern, den infundibulis, und zwar vornehmlich am Grunde derselben. Bei Alveolen mittlerer Tiefe stimmen Tiefen- und Breitendurchmesser etwa überein. Die nach den Regionen des Alveolengangsystemes weniger wechselnde Alveolenbreite nimmt mit dem Alter des Individuums stetig zu, während die Tiefe im höheren Alter abnimmt. Beim Menschen beträgt der Alveolendurchmesser in den mittleren Jahren durchschnittlich 0.15 Millim., gleich nach der Geburt ist er 0.10—0.08 Millim., im Greisenalter (nach Messungen an einer 60jährigen Frau) die Breite 0.25—0.4, die Tiefe 0.1—0.2 Millim. Aehnliche Dimensionen wie beim Menschen zeigen die Alveolen der grösseren Haussäugethiere, dagegen nimmt der Durchmesser bei kleineren Thieren bedeutend ab. Ich fand im Durchschnitt die Alveolenbreite beim Kaninchen 0.05, bei der Ratte 0.04, bei der Maus und Fledermaus 0.03—0.02 Millim. Etwas enger als die Alveolendurchmesser erscheinen überall die gewöhnlich 4—6seitigen, an den Ecken stark abgerundeten Alveolenmündungen, einmal wegen der radiären Anordnung der Luftzellen, dann aber auch wegen einer wenngleich geringen Verdickung der freien Ränder der Alveolensepta.

Bei der Beschreibung der Texturverhältnisse wird es zweckmässig sein, die zur Luftleitung bestimmten Bronchien von dem wesentlich aus Alveolen bestehenden Lungenparenchyme, welches dem Gaswechsel zwischen Blut und Luft direkt dient, zu trennen.

Die Bronchien der Säugethiere stimmen hinsichtlich des histiologischen Baues insoferne auffallend überein, als die Röhren gleichen Kalibers im Allgemeinen auch gleiche oder sehr ähnliche Textur zeigen; dagegen unterscheiden sie sich nicht unerheblich nach der absoluten Grösse.

An den grösseren Bronchien bis zu 1 Millim. Durchmesser herab, die wir zunächst für sich beschreiben wollen, kann man, abgesehen von der zur Verbindung mit den umliegenden Theilen (Gefässe, Lymphdrüsen, Nerven, Alveolengewebe) dienenden, aus lockerem faserigen Bindegewebe in wechselnder Menge bestehenden Adventitia, welche hie und da auch Fettträubchen enthält, im Allgemeinen vier durch eigenthümliche Gewebsformation charakterisirte Schichten unterscheiden. Die äusserste derselben, welche mehr als die Hälfte der ganzen Wanddicke ausmacht, ist die hauptsächlich aus derben faserigen Bindegewebe und eingelagerten Knorpelplatten gebildete äussere Faserschicht. Die für die Festigkeit und Elasticität der Bronchien besonders wichtigen Knorpel behalten in den ersten Bronchialzweigen noch wie in den freien bronchi die Form platter Halbringe, bilden indessen nicht mehr wie

dort eine hinten häufig geschlossene Halbrinne, sondern formiren, allseitig vertheilt, ein eigentliches Röhrengerüst.

Aus diesen mit ihren scharfen Kanten fast aneinanderstossenden, bei manchen Thieren, z. B. beim Schweine sogar sich etwas übereinanderschiebenden Halbringen werden beim Menschen sehr bald, bei grösseren Thieren (Pferd, Kuh) erst nach einigen Bronchialverästelungen unregelmässig eckige, mit kurzen Fortsätzen versehene Platten, welche, regellos vertheilt, allmählig kleiner werden und weiter auseinanderrücken, bis sie endlich nur noch ganz vereinzelt, besonders an den Theilungswinkeln als zarte Scheibchen oder Spangen auftreten und bei den Bronchialzweigen unter 1.5—1 Millim. Durchmesser ganz verschwinden. Bei sehr kleinen Säugethieren (Hausmaus und einige Fledermäuse, z. B. Vesperugo Pipistrellus), deren grösste Bronchien diesen Durchmesser kaum erreichen, können daher die Knorpel in der Lunge vollständig fehlen.

Eine eigenthümliche Structur erhalten die Bronchialknorpel durch folgende besondere Anordnung der in der hyalinen Grundsubstanz reichlich enthaltenen Zellen. Während in der ganzen Rindenschicht einer Knorpelplatte die hier flach kuchenförmig gestalteten Zellen mit den breiten Flächen parallel der Oberfläche gelagert sind, ordnen sich nach innen zu die dort mehr rundlichen Zellen (oft noch durch die sogenannten secundären Knorpelkapseln zu länglichen Haufen vereint) in senkrecht zur Oberfläche stehenden Reihen, sodass also, wenn wir speciell die feste Knorpelgrundsubstanz berücksichtigen, die parallel den Endflächen geschichteten beiden Rindenlagen durch querlaufende Strebebalken verbunden erscheinen.

Das faserige Grundgewebe, welches da, wo Knorpelstücke eingelagert sind, für diese ein Perichondrium darstellt, besteht aus derben Längszügen parallelfaserigen Bindegewebes, zwischen welchen dünnere, circuläre Lagen desselben Gewebes durchlaufen, ja selbst hie und da (besonders in den äusseren Partien der ganzen Schicht) mit jenen in regulärer Folge schichtartig abwechseln. Es ist durchzogen von längsgerichteten Netzen feiner elastischer Fasern, welche da derber und reicher werden, wo sie von dem scharfen Rande eines Knorpels zu dem des nächstfolgenden ziehen, beide in der Richtung der Längsaxe des Bronchialzweiges verbindend. Während man in dem äusseren Theile dieser Faserschicht mehr oder minder reichlich Fettträubchen eingesprengt sieht, finden sich in dem inneren Theile Schleimdrüsen in mit dem Kaliber des Rohres abnehmender Anzahl und Grösse. Dieselben liegen bei den grösseren Bronchien sowohl in den nur aus Fasergewebe gebildeten Knorpelinterstitien, wo sie ohne in ihrer Ausdehnung behindert zu sein, beträchtliche Grösse erreichen können und oft weit in die äussere Lage der ganzen Schicht vorragen, als auch an der Innenseite der Knorpelplatten selbst, wo sie im allseitigen Wachsthum beschränkt, gewöhnlich platt-kuchenförmige Gestalt annehmen. In den kleineren Bronchialzweigen trifft man sie nur noch zwischen den Knorpeln. Mit der zunehmenden Verästelung der Bronchien immer selte-

ner und kleiner werdend, hören sie endlich zugleich mit den Knorpeln gänzlich auf. Von jeder dieser Drüsen führt ein mit Cylinderepithel ausgekleideter, grader Ausführungsgang, welcher — besonders bei Individuen höheren Alters — an einer oder der anderen Stelle eine ampullenartige Erweiterung zeigen kann, durch die inneren Schichten der Bronchienwand hindurch bis zur freien Innenfläche des Bronchialrohres, wo er trompetenartig mündet.



Fig. 127. Theil eines Querschnittes von einem 6 Millim. dicken Bronchialzweig eines Mannes. Vergr. $^{30}/_{1}$. *a* äussere Faserschicht; *b* Muskelschicht; *c* innere Faserschicht mit der hyalinen Grenzschicht; *d* Epithellage.

Auf die äussere Faserschicht folgt die aus derben ringförmigen Zügen glatter Muskulatur bestehende Muskellage. Wenngleich diese Schicht wegen des rundlichen Querschnittes der einzelnen circulären Muskelzüge nicht als ein Rohr mit glatten, gleichlaufenden Wandungen beschrieben werden kann, so legen sich doch die Muskelbalken so dicht aneinander und sind so vielfach netzartig verbunden, dass eine im Ganzen continuirliche Lage hergestellt wird. Die Dicke derselben richtet sich im Allgemeinen nach der Weite des Bronchialzweiges. Sie beträgt an knorpelfreien Stellen in den grössten Bronchien des Pferdes circa 0.5 Millim., des Menschen 0.3, des Hundes 0.2—0.1, der Ratte 0.005 Millim., bei menschlichen Bronchien von 4 Millim. Durchmesser 0.1 Millim., bei solchen von 2 Millim. Durchmesser nur 0.05 Millim. Unter den Knorpeln sind die Muskelzüge gewöhnlich schwächer.

Im Gegensatze zu den beiden bisher besprochenen Schichten, welche auf dem Bronchiendurchschnitte ziemlich gleichmässig dicke Ringzonen darstellen, zeigt die nächstfolgende, die innere Faserschicht bei derselben Ansicht eine regelmässige Abwechselung breiter und ganz dünner Partien mit wellenförmigem Verlaufe der Innengrenzlinie. Es rührt dies her von 14—20 in das Bronchiallumen leistenartig vorspringenden, längslaufenden Erhebungen, deren Höhe zwar der Hauptsache nach von der, wieder zum Kaliber des Rohres im Verhältniss stehenden, Entwicklung der ganzen Schicht, daneben aber auch von dem jedesmaligen Ausdehnungsgrade der in ihrer Weite bekanntlich etwas

veränderlichen Bronchien abhängig ist. Als wesentlichste und charakteristische Bestandtheile dieser Schicht treten starke, elastische Längsfasern auf, welche jedoch keine gleichmässig dicke Ringlage bilden sondern zu Bündeln in die Längsfalten zusammengedrängt zu sein pflegen. Das Stroma wird auch durch ein lockeres Bindegewebe mit zarten, ebenfalls vorwiegend längsgerichteten Fasern gebildet, welches sich an der Innenseite zu einer hyalinen Grenzschicht verdichtet. Auf dieser letzteren, der sogenannten Basalmembran steht das alle Bronchien der bisher berücksichtigten Weite auskleidende Flimmercylinderepithel.

Zwischen den mit nach dem Ausgange zuschlagenden Wimpern mittlerer Länge besetzten cylindrischen Flimmerzellen, welche in den grösseren Bronchien beim Menschen eine Länge von circa 0.08 Millim. haben, in den kleineren etwas niedriger sind, stehen ziemlich gleichmässig vertheilt, in reichlicher Anzahl die erst kürzlich von mir genauer bebeschriebenen[1] Becherzellen, aus deren oberer rundlicher Oeffnung man bei sehr sorgfältiger Untersuchung ganz frischer Theile kleine Ballen der die ganze Theca erfüllenden, mit stark lichtbrechenden Körnchen reichlich durchsetzten schleimartigen Masse hervorragen und zuweilen sich ablösen sieht. Ausserdem finden sich zwischen den häufig verschmälerten oder ausgebuchteten unteren Enden der Cylinderzellen hie und da unregelmössig rundliche oder uncharakteristisch geformte, scheinbar membranlose, also wahrscheinlich junge, zum Nachrücken bestimmte zellige Elemente.



Fig. 128. Epithel eines 4 Millim. starken Bronchialzweiges vom Hunde, frisch. Vergr. 320.

Der Hauptunterschied zwischen den bisher betrachteten grösseren und den jetzt zu beschreibenden, unter 1 Millim. breiten Bronchien liegt im Bau der äusseren Faserschicht. Auch abgesehen von dem gänzlichen Mangel der Knorpel und der Schleimdrüsen erfährt dieselbe bei den kleinsten Bronchien eine so bedeutende Verschmälerung, dass ihre Dicke in menschlichen Bronchien von 0.4 Millim. Durchmesser nur 0.02 Millim. beträgt, und gegen das letzte Ende hin fast gänzlich schwindet. Gebildet wird die äussere Faserschicht hier aus längsgerichteten Bindegewebsfaserzügen mit eingelagerten feinen, elastischen Längsfasern. Die darauf folgende, aus circulär laufenden glatten Muskelfasern bestehende Muskelschicht löst sich allmählig dünner werdend gegen das Ende der letzten Zweige in einzelne, durch mehr oder weniger breite Spalten getrennte Ringzüge auf, die oft nur aus einer einzigen Lage von Muskelzellen gebildet werden, dafür aber mit ebenfalls querlaufenden, feinen, elastischen Fasern durchwebt sind.

Die für die innere Faserschicht der grösseren Bronchien so charakteristi-

1) M. SCHULTZE's Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III, p. 192 u. ff.

schen Züge derber, elastischer Längsfasern setzen sich in die kleineren Zweige fort, wo sie an der Innenseite der tunica muscularis in den auch hier vorhandenen, mit heller, zartfaseriger, bindegewebiger Grundlage versehenen Längsfalten bündelweise zusammengedrängt verlaufen.



Fig. 129. Theil eines Querschnittes von einem 0,4 Millim. dicken Bronchialzweig des Schweines. Vergr. $^{240}/_{1}$. *a* Aeussere Faserschicht; *b* Muskelschicht; *c* innere Faserschicht; *d* Epithellage. *f* eine der umliegenden Alveolen.

Die innere Epitheldecke besteht anfangs noch aus denselben flimmernden Cylinderepithelzellen und dazwischen gelegenen Becherzellen, wie wir sie bei den grösseren Bronchien kennen lernten. Gegen das Ende der feinsten Bronchialzweige indessen werden die Epithelzellen allmählig niedriger, sodass ihre Höhe bald den Dickendurchmesser nicht mehr übertrifft und sie endlich selbst Plattenform annehmen. In der Nähe des Ueberganges der Bronchien in die Alveolengänge verlieren sich die Flimmer und die Becherzellen.

Die Ernährung der Bronchien wird durch Capillarnetze vermittelt, deren Maschen in der äusseren Faserschicht unregelmässig, in der Muskelschicht circulär, in der inneren Faserschicht längsgestreckt sind. Die Zufuhr des Blutes erfolgt zum grössten Theile aus den in der Adventitia und äusseren Faserschicht verlaufenden Aesten der Arteria bronchialis; nur die letzten Bronchialzweige werden hie und da auch von Aesten der Arteria pulmonalis, deren Capillaren dann mit den aus der Bronchialarterie stammenden anastomosiren, versorgt. Das in den Capillarnetzen venös gewordene Blut gelangt nur von den Wandungen der grösseren Bronchien aus in die der Arteria bronchialis entsprechende, zum Lungenhilus ziehende Vena bronchialis, aus den kleineren Bronchien geht es direct in die Venae pulmonales über. Lymphgefässe sammeln sich reichlich, besonders aus den inneren Schichten der Bronchien und ziehen durch die äusseren bindegewebigen Bronchialhüllen nach der Lungenwurzel, um in die daselbst gelegenen Lymphdrüsen einzutreten.

In den Verlauf der aus dem plexus pulmonalis stammenden, mit den Bronchien ziehenden und an denselben sich verästelnden Nerven, welche wohl zum grössten Theile für die so reichlich vorhandene glatte Muskulatur bestimmt sind, finden sich hie und da kleine, zuerst von REMAK entdeckte Ganglien eingelagert.

Ebenso wie die Bronchien stimmt auch das Alveolengewebe der verschiedenen Säugethierlungen in den Texturverhältnissen wesentlich überein.

Während die Seitenwandungen der nebeneinander liegenden Alveolen ein und desselben infundibulum oder Alveolenganges regelmässig zu dünnen Membranen (Alveolensepta) verschmelzen, ist dies bei den aneinanderstossenden Alveolen benachbarter infundibula oder Alveolengänge, wenn auch noch sehr gewöhnlich, so doch nicht mehr überall der Fall. Hier treten schon zuweilen, ganz regelmässig aber zwischen den verschiedenen Alveolengangsystemen dünne Lagen lockeren, faserigen, interstitiellen Bindegewebes trennend dazwischen. Stärkere Scheidewände desselben Gewebes markiren in allen Säugethierlungen polyedrische Abtheilungen des Alveolenparenchymes, welche man Läppchen, lobuli, nennt. Dieselben nehmen im Allgemeinen mit der Grösse des Thieres an Umfang ab, haben beim Menschen einen Durchmesser von 0.5—1 Centimeter, und lassen ihre auf dem Durchschnitte unregelmässig polygonalen, meistens 4—6eckigen Umgrenzungen schon durch die Pleura durchschimmern, aber auch auf Schnitten durch die Lungensubstanz leicht erkennen. Das interstitielle Bindegewebe des Lungenparenchymes hängt einerseits fest mit der Pleura zusammen und geht andrerseits direct in das Bronchien, Gefässe und Nerven einscheidende und verbindende adventielle lockere Fasergewebe über.

Die Alveolenwand selbst hat zur Grundlage eine helle, fast structurlose, nur hie und da, besonders in den dickeren Partien, deutlich faserige Bindegewebslage, in welcher sparsam und zerstreut länglich ovale Bindegewebskerne ohne bemerkbaren körnigen Hof vorkommen. Reichlich durchzogen ist diese helle Grundmasse von elastischen Fasern, welche durch ihre eigenthümliche Anordnung dem Lungengewebe hauptsächlich sein so charakteristisches Aussehn unter dem Mikroskope verleihen. Am reichlichsten ist das elastische Gewebe in den Hauptgängen jedes Alveolengangsystemes vertreten. Hier findet man aus starken, elastischen Fasern gebildete, nicht immer zu vollständigen Kreisen geschlossenen Ringzüge, welche die freien, verdickten Ränder der starken Scheidewände zwischen den seitlichen Alveolengruppen, ferner in besonders starker Entwicklung die Bifurcationssepta der ganzen Alveolengänge, sowie endlich die immer etwas verengten Eingänge der seitlichen und terminalen infundibula umziehen und zum grössten Theile selbst mit bilden. Aus diesen derben Zügen starker elastischer Fasern zweigen sich andere weniger breite ab, welche einerseits zur Stütze der Kanten, in denen mehrere Alveolen zusammentreffen, andrerseits zur Umrahmung der abgerundet polygonalen Eingänge aller einzelnen Alveolen, mögen sie nun unmittelbar in die Gänge mün-

den oder erst zu infundibulis zusammentreten, dienen. Von diesen aus ziehen dann wieder isolirte, elastische Fasern feineren Kalibers sich mehrfach Y-artig theilend und netzartig verbindend in Bogen über die Alveolen hin.

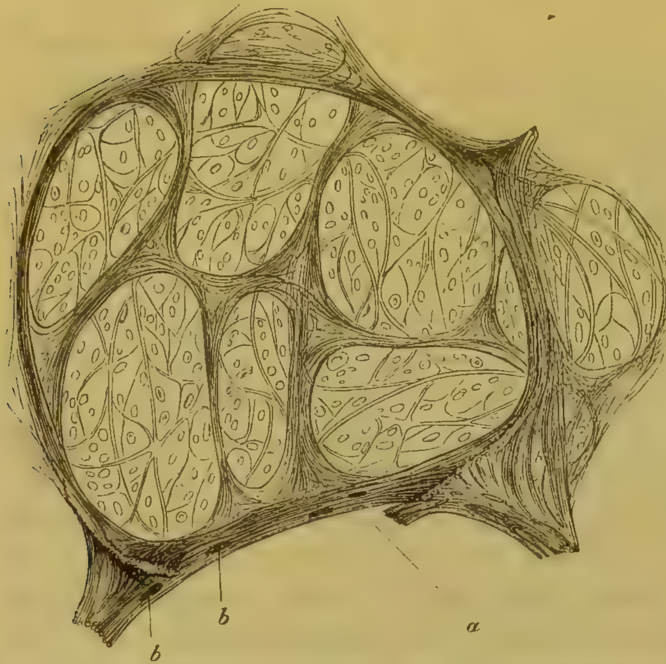


Fig. 130. Schnitt durch ein seitliches Infundibulum. Aus einer mit Essigsäure haltigem Alkohol gefüllten und erhärteten Lunge eines erwachsenen Menschen. *a* Eingangsöffnung aus dem Alveolengang in des Infundibulum; die obere Umrandung ist durch den Schnitt zum Theil weggenommen. Vergr. $^{80}/_{1}$. *b* Kerne glatter Muskelfasern.

Die in das Lumen der Alveolengänge am meisten vorspringenden Scheidewände lassen besonders in den Anfangstheilen der Hauptalveolengänge, wo ihre freien Randpartien noch als directe Fortsetzung der Bronchienwandungen angesehen werden können, in diesen Rändern hie und da zwischen den mehr oberflächlich gelegenen Lagen elastischer Fasern zarte Züge glatter Muskulatur erkennen, welche oft nur aus isolirten Fasern bestehen, und in ein zartfaseriges Bindegewebe eingebettet sind. Die membranösen Alveolenwandungen selbst entbehren der Muskulatur völlig; und auch in den derberen Rändern der einzelnen Alveolensepta vermag ich durchaus keine glatten Muskelfasern zu entdecken[1].

In eigenthümlicher Weise verbindet sich mit den Alveolenwandungen das für die Function der Lunge so hochwichtige respiratorische Capillarnetz. Dasselbe entwickelt sich aus den zunächst mit den Bronchien in deren Adventitia und äusseren Faserschicht, dann in dem interstitiellen Bindegewebe der lobuli und Alveolengänge verlaufenden Zweigen der Art. pulmonalis und leitet das arteriell gewordene Blut in die gewöhnlich an der entgegengesetzten Seite einer ganzen Alveolengruppe liegenden Sammeläste der Venae pulmonales über, welche Venenzweige dann meistens die Aeste der Art. pul-

1) Während die meisten anatomischen Schriftsteller die glatten Muskeln in den Alveolenwandungen, wie ich, vermissen, sind dieselben behauptet und beschrieben von Gerlach, Gewebelehre p. 248; Moleschott in seinen Untersuchungen Bd. VI, p. 390; Colberg, De penitiore pulmonum structura. Halis 1863; Hirschmann, Virchow's Archiv, Bd. XXXVI, 1866 und Piso-Borme, Moleschott's Untersuchungen Bd. X, 1867.

monalis rücklaufend begleiten, seltener isolirt das Lungengewebe durchsetzen. Wo die Alveolenwand aussen noch von einer derben Lage faserigen Bindegewebes umgeben ist, wie an den Grenzflächen der einzelnen lobuli, besonders unter der Pleura, breitet sich das abgerundet eckige, ovale oder rundliche Maschen bildende Netzwerk in ebenen oder flach gebogenen Flächen an der Innenseite der bindegewebigen Wandung so aus, dass die Capillarröhren nur mit einem geringen Theile, höchstens bis zur Hälfte, in die Grundmembran eingebettet liegen, mit dem übrigen Theile der Seitenwandung aber in das Lumen der Alveole hineinragen. Wo indessen, wie in den meisten Fällen, die Wandungen benachbarter Alveolen zu dünnen Membranen verschmolzen sind, da haben sich immer die beiden, ursprünglich an der Innenseite jeder einzelnen Wand gelegenen, nun aber unmittelbar aneinander gerückten Capil-

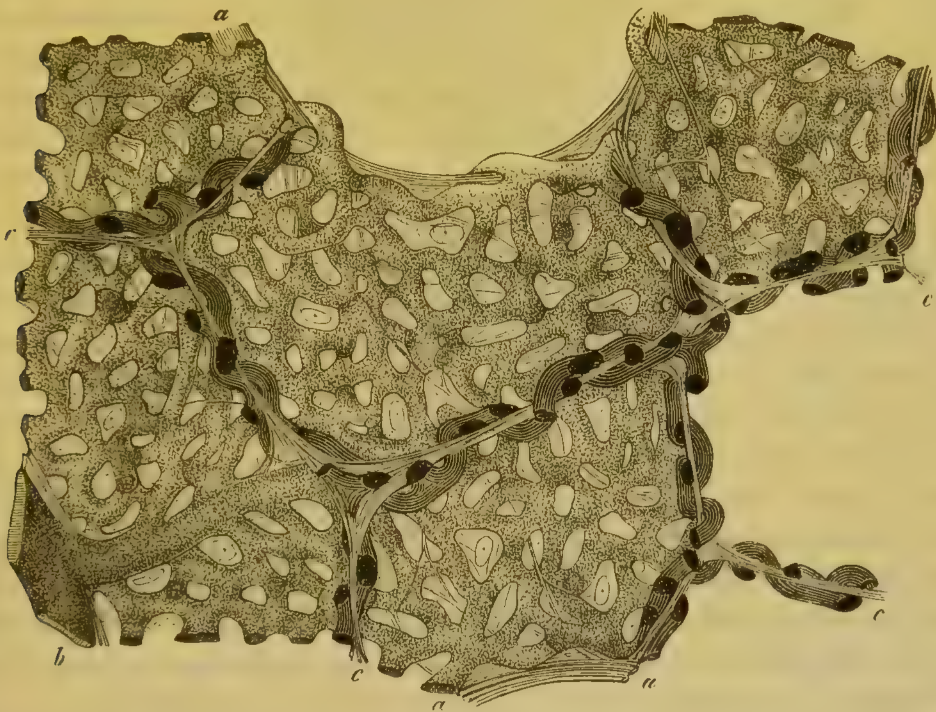


Fig. 131. Schnitt aus dem Alveolenparenchym einer von der Art. pulm. aus injicirten Menschenlunge. *aa* freie Alveolenränder; *b* kleiner Arterienast; *cc* senkrecht stehende, querdurchschnittene Alveolenwände.

larnetze durch starke Entwicklung ausserordentlich zahlreicher, die gemeinsame Wand durchsetzender Queranastomosen zu einem einzigen complicirten Netzwerk verbunden, dessen Maschen sehr eng (beim Menschen um 0,001 Millim. weit, bei kleineren Thieren nur wenig enger) sind, und nicht mehr in derselben Ebene liegen, sondern die Scheidewand vielfach durchsetzend, bald in die eine, bald in die andere von zwei benachbarten Alveolen hineinragen.

Verfolgt man an Durchschnitten solcher Alveolenscheidewände den Lauf der Capillaren, so sieht man dieselben bald an dieser bald an jener Seite schlingenartig vorspringen. Diese bei praller Füllung der Gefässe und geringer

Ausdehnung der Alveolen am stärksten gekrümmten und in das Alveolenlumen vorspringenden Schlingen legen sich bei grösserer Ausdehnung der Alveolen mehr glatt an die Wandung an, ragen aber auch dann noch stets mit dem grössten Theile ihrer Seitenfläche in den Binnenraum vor. Zu der Ueberzeugung, dass diese freien Capillaroberflächen wenigstens an vielen Stellen jeder selbständigen, bindegewebigen Decke entbehren, gelangt man am leichtesten an den um die freien Ränder der Alveolensepta ziehenden Capillarschlingen. Die Dicke der Capillarröhren nimmt nur wenig mit der Grösse des Thieres ab, und beträgt in der Lunge des erwachsenen Menschen bei mässiger Anfüllung 0.006—8 Millim.

Nicht jede einzelne Alveole hat ihren besonderen zuführenden Arterien- und abführenden Venenstamm, vielmehr breitet sich das aus einem Arterienendzweig hervorgehende capillare Netzwerk gewöhnlich über mehrere benachbarte Alveolen aus, ehe es in einer kleinen Vene an der entgegengesetzten Seite seinen Abfluss findet. An der Uebergangsstelle eines Bronchialendzweiges in das zugehörige Alveolengangsystem, an den kleineren Bronchialästen, sowie dicht unter der Pleura finden sich reichliche Anastomosen der aus der Art. pulmon. hervorgehenden Capillaren mit den aus den Bronchialarterien stammenden.

Die Lymphgefässe der Alveolen entspringen nach Wywodzoff's [1] an Hunde- und Pferdelungen angestellten Untersuchungen mit kleinen, wandungslosen, in der bindegewebigen Alveolenwand und zwar durchaus in der Ebene dieser Wand gelegenen (anastomosirenden) Räumen, welche mit ihren Hauptstämmen in der Richtung der elastischen Fasern ziehen, dann dem Laufe der Capillaren folgen, jedoch nicht so ausschliesslich, dass sie sich nicht häufig mit diesen letzteren kreuzen und in den Maschenräumen der Capillargefässnetze grössere Lakunen bilden sollten. Aus diesen ersten Anfängen sammeln sich einerseits mit den Bronchien und Gefässen direct zur Lungenwurzel ziehende tiefe [2], andrerseits dicht unter der Pleura netzartig die Endflächen der lobuli umziehende, beim Menschen theils für sich zum hilus laufende, theils in die tiefen hie und da einmündende oberflächliche Lymphgefässe.

Die Innenfläche der Alveolen sowie der ganzen infundibula und Alveolengänge ist endlich ausgekleidet von einem continuirlichen, aber nur beim Fötus gleichartigen, beim erwachsenen Säugethiere ungleichartigen Epithel. Während man in den Alveolen älterer Fötus noch eine gleichmässige Schicht dicht aneinander liegender platter, 4—6eckiger Epithelzellen sieht, deren jede eine Membran und einen körnigen Inhalt mit hellem, rundlichen Kerne besitzt, findet man bei allen Individuen, welche kurze Zeit geathmet haben, schon einige Epithelzellen bedeutend vergrössert und heller geworden, indem der kernige Inhalt geschwunden und der früher scharf conturirte Kern verblasst ist.

1) Wiener medizinische Jahrbücher, Bd. 12, p. 1.
2) welche auch aus den Bronchien gespeist werden und schon oben Erwähnung fanden.

In den Alveolen älterer Thiere[1] erscheinen die mit körnigem Inhalte und hellem, rundem Kerne versehenen polygonalen oder unregelmässig rundlichen Epithelzellen nur noch ganz vereinzelt oder in kleinen Gruppen von 2 bis 4 (selten darüber) zwischen **grossen, hellen, unregelmäsig eckig oder leicht wellig begrenzten dünnen, structurlosen Platten**, welche durch weitere Ausbildung der für ganz junge Thiere oben beschriebenen Veränderungen aus den Epithelzellen der ursprünglichen Bildung und zwar wahrscheinlich durch den Druck der sich erhebenden Capillaren und die Spannung der sich ausdehnenden Alveolen (vielleicht auch, wie Elenz will, theilweise durch Verschmelzung benachbarter Epithelzellen entstanden sind[2].

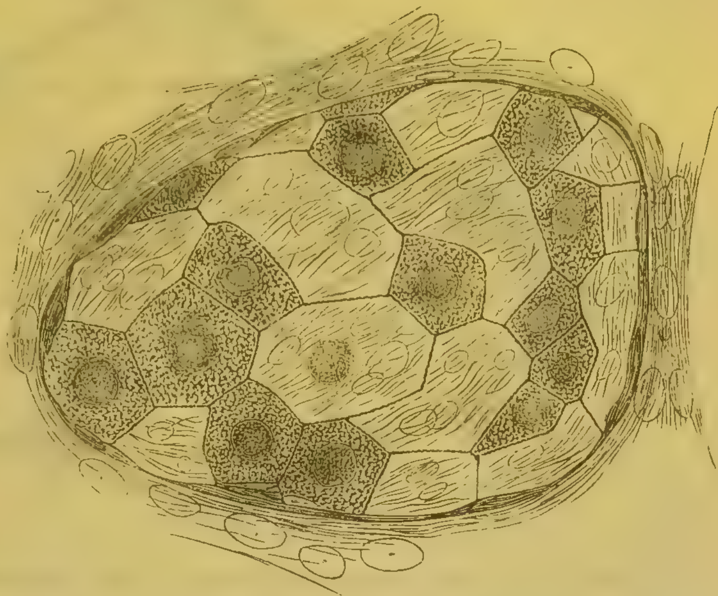


Fig. 132. Alveolengrund aus einem parallel mit der Pleura geführten peripherischen Schnitt von der mit Arg. nitric. Lösung gefüllten Lunge eines Kindes, welches, im 8 Monat geboren, zwei Tage gelebt hatte. Verg. $^{500}/_{1}$.

Alle in das Lumen der Gänge frei vorragenden Ränder des Grundgerüstes, die freien Ränder der Alveolensepta, der derberen Scheidewände benachbarter Alveolengruppen, der Eingangssäume der infundibula, sowie die Ränder an den Bifurcationsstellen der ganzen Gänge sind nur von diesen dünnen, hellen Platten überzogen, deren durch die Silberbehandlung markirte

1) Katze, Hund, Kaninchen und Kalb haben mir in dieser Beziehung als Untersuchungsobjecte gedient. Die dicke Pleura und die schon zu weit fortgeschrittene Zersetzung der mir zu Gebote stehenden Lungen erwachsener Menschen vereitelten hier die Silberbehandlung.

2) Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Alveolenepithel der Säugethierlunge, wie ich sie hier kurz vortrage, stimmen wesentlich überein mit den Angaben von Elenz (Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. V.), dem sich Eberth (ebenda) anschliesst, von C. Schmidt (De l'épithelium pulmonaire. Diss. 1866), und von Colberg (Deutsches Archiv für klinische Medicin, II.). Von einigen Autoren, wie Addison, Remak, Rossignol, Reinhardt, Schroder van der Kolk, Adriani, Radclyffe Hall, Schultz, Gerlach, Williams, Waters, Deichler, Zenker, Bakody, Henle ist das Vorkommen eines Epithels in den Alveolen ganz geleugnet, von andern J. Arnold, Hertz ein **unterbrochenes** Epithel, dessen kernhaltige Zellen nur in den Capillarmaschen vorkommen, die Capillaren selbst aber frei lassen sollen, behauptet, und von anderen, E. Wagner, O. Weber, L. Meier, Chrzonszczewsky, Hirshmann, Baier und Piso-Borme ein aus völlig gleichartigen und dicht aneinanderliegenden, eckigen, kernhaltigen Zellen gebildetes Epithel beschrieben.

Grenzlinien meist quer über sie hinwegziehen. Die körnigen Epithelzellen pflegen nie auf den Capillaren, sondern stets in den Maschen des Capillarnetzes der Alveolenwand direct aufzuliegen, ohne dass indessen auf jede

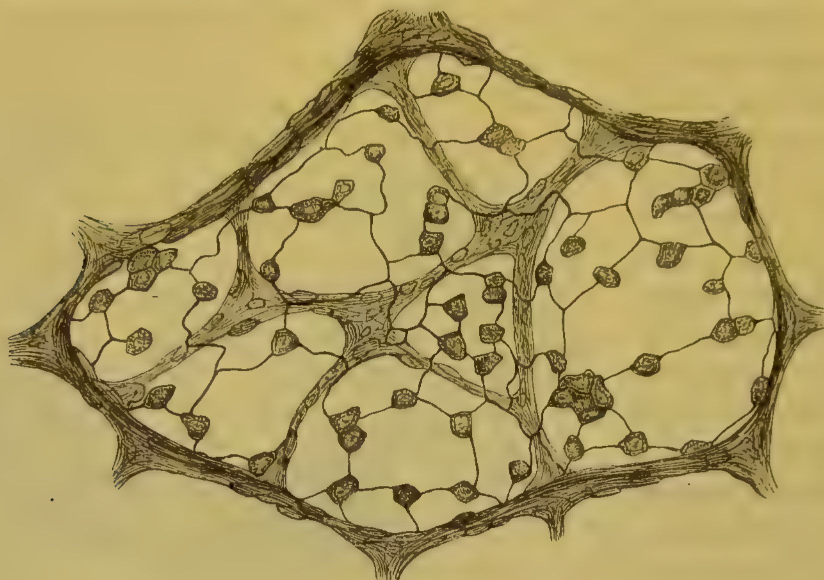


Fig. 133 *A*. Grund eines peripherischen, dicht unter der Pleura gelegenen infundibulum; aus der mit Arg. nitric. Lösung gefüllten Lunge einer erwachsenen Katze. Vergr. $^{200}/_1$.

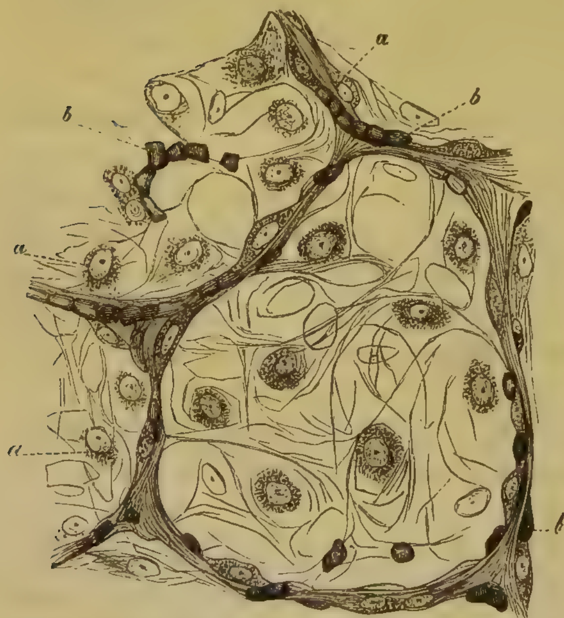


Fig. 133 *B*. Alveolen aus einer mit Müller'scher Lösung gefüllten und in derselben erhärteten Katzenlunge. *aa* Epithelzellen mit körnigem Inhalte. *bb* Capillaren mit Blutkörperchen. Vergr. $^{300}/_1$.

Masche eine Epithelzelle käme, wozu ihre Zahl bei Weitem nicht ausreicht. Sie zeigen besonders häufig bei erwachsenen Menschen, seltener bei anderen Säugern die nämlichen kleinen, rundlichen, schwarzen Pigmentkörnchen, welche auch bei jedem nicht ganz jungen Menschen in den Alveolenwandungen, reichlicher in dem die Läppchen des alveolären Parenchymes trennenden, interstitiellen und dem die Bronchien und Gefässe begleitenden adventitiellen Bindegewebe, besonders massenhaft aber in den bronchialen Lymphdrüsen vorkommen, gewöhnlich in rundlichen oder sternförmigen Haufen um helle Kerne gruppirt, seltener diffus zerstreut liegen und den Lungen älterer Menschen das eigenthümliche schwarzfleckige Aussehen verleihen.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Säugethierlungen.

M. Malpighi, De pulmonibus epistolae II. ad Bonellium. Bonon. 1661. Reisseisen, Ueber den Bau der Lungen. Berlin 1822. Bourgery, in den Annales des sciences nat. 1830. Lereboullet, Anatomie comparée de l'appareil respiratoire, 1838. Addison, in den Philosophical transactions. Vol. XXVIII, 1845. Moleschott, De Malpighianis pulmonum vesiculis. Heidelberg, 1845. Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon. Brux. 1846. Adriani, De subtiliori pulmonum structura. Traject. ad Rhen. 1847. Diss. Cramer, De penitiori pulmonum hominis structura. Berol. 1847. Gerlach, Gewebelehre. 1848, Köstlin in Griesinger's Archiv 1848 und 1849. E. Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum. 1850. Diss. Williams, in Medical times and gaz. 1855. Rainey, in Brit. and for. med. chir. Review. 1855. (Epithel). William's in Todd's Cyclopaedia of anat. and phys. Vol. V. Artic. Organs of respiration. 1859. Le Fort, Recherches sur l'anatomie du poumon chez l'homme. Paris 1859. Waters. The anatomy of human lung. London 1860. Ecker, Icones physiologic. Tab. X et XI. Deichler in Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. Bd. X. 1861. (Epithel). Eberth in Virchow's Archiv. Bd. XXIV. 1863. (Epithel) und Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XII. 1863. (Epithel). Heale, A treatise of the physiol. anatomy of the lungs. London 1862. Zenker. Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge. 1862. (Capillaren und Epithel). E. Wagner, im Archiv für Heilkunde. 1862. (Epithel). Remak, in Deutsche Klinik. 1862. (Epithel). Hertz in Virchow's Archiv. Bd. XXVI. 1863. (Epithel). J. Arnold, in Virchow's Arch. Bd. XXVII. 1863. (Epithel) und XXVIII. 1863. (Epithel). Colberg, Observationes de penitiori pulmonum structura. Halis 1863. O. Weber, in Virchow's Archiv. Bd. XXIX. 1864. (Epithel). L. Meier in Virchow's Archiv. Bd. XXX. 1864. (Epithel). Elentz in Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. V. 1864. (Epithel). Piso-Borme in Arch. di Zoologia. Vol. III. 1864. Bakody in Virchow's Archiv. Bd. XXXIII. 1865. (Epithel). Chrzonszczewky in Würzburger medic. Zeitschrift IV. und Virchow's Archiv. Bd. XXXV. 1866. (Epithel). Colberg in Deutsches Archiv für klinische Medic. II. 1866. (Epithel). Wywodzoff in Wiener medic. Jahrbücher XI. 1866. (Lymphgefässe). Henle. Eingeweidelehre. 1866. Koschlakoff in Virchow's Archiv. Bd. XXXV. 1866. (Pigment). C. Schmidt, De l'épithelium pulmonaire. Strassbourg 1866. Diss. (Epithel). O. Bayer. Das Epithel der Lungenalveolen. Leipzig 1867. Diss. Knauff in Virchow's Archiv. Bd. XXXIX. (Pigment).

II. Die Lungen der Vögel.

Der als gradlinige Fortsetzung des freien bronchus jede Lunge von vorne nach hinten durchsetzende und schliesslich mit weitem Ostium in den Abdominalluftsack mündende Hauptluftgang giebt seitlich Bronchialröhren ab, welche mit ihren einfach fiederförmigen Seitenzweigen an der Oberfläche der Lunge unmittelbar unter deren accessorischer Bindegewebshülle und zur Hälfte mit dieser verschmolzen, hinziehen und zum Theil ebenfalls in Luftsäcke übergehen. Während von den an der Lungenoberfläche gelegenen membranösen Wandtheilen dieser Bronchien nur einfache, niedrige, glatte Septa nach innen vorspringen, welche maschenartig verbunden, alveoläre wabenförmige Räume umgrenzen, gehen von allen dem Lungenparenchyme anliegenden Seiten derselben, sowie auch von einigen Theilen des Hauptluftganges unter rechtem Winkel die sogenannten Lungenpfeifen oder Luftcanälchen (canaliculi aëriferi) ab. Es sind dies langgestreckte, auf dem Durchschnitte dem äusseren

Umfange nach sechseckige Röhren, deren voluminöse Wandungen das eigentlich respirirende Gewebe enthalten und die Hauptmasse der ganzen Vogellunge ausmachen. Sie ziehen parallel dicht nebeneinander hin, indem sie anfangs gradlinig, dann mehr wellig oder geknickt verlaufen, stehen aber vielfach in offener, anastamotischer Verbindung. Ihr auf dem Querschnitt kreisrundes Binnenlumen wird markirt durch die freien Innenränder starker membranöser Ringleisten, welche vielfach durch schräge Anastomosen in einander übergehen, sich in ziemlich gleichen Abständen folgen, und durch zahlreiche, längsgerichtete, dünnere Zwischensepta verbunden werden. So entsteht ein Maschenwerk, welches wabenartige Räume umschliesst, deren Grund durch das die voluminöse Wandung der Pfeifen darstellende Parenchym gebildet wird. In dieses letztere hinein führen von jeder solcher wabenartigen Seitennische

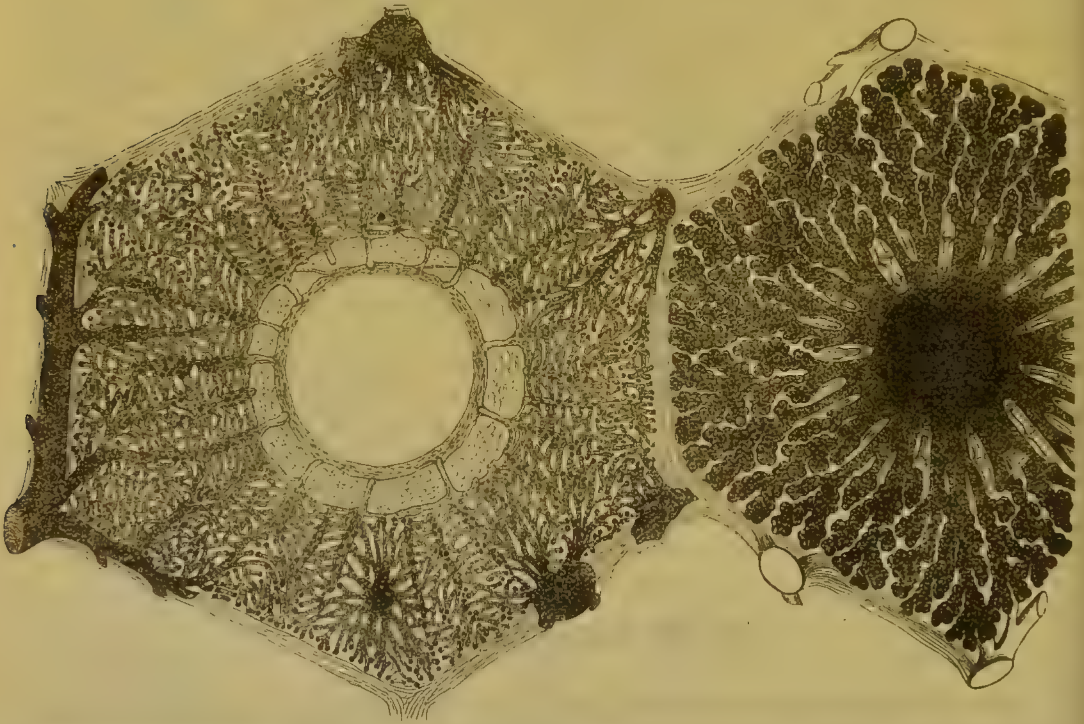


Fig. 134. Zwei Lungenpfeifen der Gans im Querschnitt. An der rechts gelegenen sind die Lufträume mit dunkler Injectionsmasse stark angefüllt. An der linken sind die Gefässe von der Art. pulmonalis aus injicirt dargestellt.

aus einige senkrecht und radiär zur Längsaxe der Pfeifen gerichtete Gänge, welche anfangs einfach und grade, sich alsbald baumartig, und zwar vorwiegend spitzwinklig dichotomisch verzweigen und schliesslich in kleine (beim Schwane 0.015—0.009, bei der Gans 0.010—0.006, bei der Taube 0.009—0.006 Millim. im Durchmesser haltende) seitliche und terminale längliche Blindsäcke auslaufen, welche bei starker Füllung durch Injectionsmassen noch mit zahlreichen, buckelförmigen Vortreibungen besetzt erscheinen.

In dem membranösen Wandtheil aller an der Lungenoberfläche hinziehenden Bronchien lassen sich ähnlich wie bei den Bronchialwandungen der

Säugethiere vier verschiedene Schichten unterscheiden, eine äussere Faserschicht, eine wenn auch nicht ganz continuirliche Muskelschicht, eine innere Faserschicht und eine Epithellage. Die äussere Faserschicht besteht aus hauptsächlich längsverlaufendem faserigen Bindegewebe mit eingelagerten, feinen elastischen Fasern. Nur zu Anfang des Hauptluftganges kommen auch einzelne dünne Knorpelplatten vor, welche spangenartig die Röhre zu $^2/_3$ umschliessen. Fetttraubchen finden sich hie und da in (wahrscheinlich nach dem Ernährungszustande des Individuums) wechselnder Menge eingestreut. Die der äusseren Faserschicht innen anliegenden Querzüge glatter Muskulatur bilden keine ganz continuirliche Lage, sondern lassen schmale, spaltartige Lücken zwischen sich. Unter den Knorpeln fehlt die Mutkulatur gänzlich. Die von denf membranösen Wandtheil aus in das Bronchiallumen vorspringenden Septa enthalten besonders in der Nähe der freien Ränder starke Muskelzüge, welche mit den eben besprochenen hie und da durch zartere Muskelfaserlagen in Verbindung stehen. Eine ziemlich dünne Lage längsgerichteten faserigen Bindegewebes von feinen elastischen Längsfasernetzen durchzogen, stellt die innere Faserschicht dar. Dieselbe bildet an einzelnen Stellen niedrige Längsfalten, und schlägt sich continuirlich über alle nach innen vorspringenden, netzförmig verbundenen Septa weg, dieselben zum grossen Theile selbst herstellend. Gedeckt wird diese innere Faserschicht von einem mit zahlreichen Becherzellen durchsetzten Flimmercylinderepithel, welches in den letzten Bronchienenden allmählig an Höhe abnimmt. Die Ernährung der membranösen Bronchialwandungen wird durch ein vorwiegend in der inneren Faserschicht entwickeltes Capillarnetz mit längsgestreckten Maschen vermittelt.

Da von allen denjenigen Theilen der Vogelbronchien, welche dem Lungenparenchym unmittelbar anliegen, die Lungenpfeifen in grosser Menge und dicht nebeneinander rechtwinklich abgehen, so muss daselbst die Bronchialwand ihren membranösen Charakter verlieren und zu einem Gitterwerke werden. Die Balken desselben bestehen aus derben Zügen glatter Muskulatur mit eingelagerten, elastischen Fasern und einer faserigen Bindegewebsgrundlage, welche letztere sich an der freien Oberfläche als dünne, mit Capillarnetzen reichlich durchzogene und mit niedrigem Flimmercylinderepithel gedeckte innere Faserschicht ausbreitet. Von diesem die Eingangsöffnungen der Lungenpfeifen umziehenden muskulösen Balkennetze setzen sich feinere Züge gleicher Art in die Pfeifen selbst fort, um hier die verdickten freien Ränder der oben als Ringleisten bezeichneten membranösen Querwände abzugeben, welche im Uebrigen ebenso wie die sie verbindenden weniger vorspringenden, längsgerichteten Septa nur aus faserigem Bindegewebe und zarten elastischen Fasern bestehen.

Das Grundgerüst der dicken, schwammigen, äusseren Pfeifenwandung wird von einer sehr zartfaserigen, fast homogenen Bindegewebssubstanz mit feineren elastischen Fasernetzen gebildet, welche das reiche, zum Aus-

tausch der Gase bestimmte Capillarnetz trägt. Dieses respiratorische Capillarsystem entwickelt sich aus den an der Peripherie der Pfeifen hinlaufenden und von da aus mit kleinen Endzweigen in das Parenchym derselben hie und da eindringenden letzten Verästelungen der Art. pulmonalis und führt in die ähnlich gelegenen Anfänge der Vena pulmonalis über. Die indas Lumen der Luftgänge oft ein wenig vorspringenden, aber stets mit der bindegewebigen Grundsubstanz fest verbundenen, d. h. derselben mehr oder minder vollständig eingebetteten [1] Capillaren haben eine sehr geringe Dicke und umkreisen, sich vielfach netzartig verbindend und langgestreckte, oft fast spaltenförmige Maschen umschliessend, die letzten Luftgänge meistens in querer Richtung. Die Darstellung des wahrscheinlich vorhandenen Epithels ist mir hier bisher nicht gelungen.

Zwischen den Pfeifen finden sich bei einigen Vögeln (Gans, Ente) ziemlich dicke, bei andern (Taube) kaum erkennbare Lagen eines hellen, faserigen, interstitiellen Bindegewebes.

Die als grossartige lokale Ausstülpungen der Bronchienwandung aufzufassenden Luftsäcke der Vögel bestehen aus einer faserigen Bindegewebshaut, welche von zarten elastischen Fasern und weitmaschigen Gefäss- resp. Capillarnetzen durchzogen ist und an der Innenseite ein einfaches Plattenepithel besizt, dessen Zellen nur in der Nähe der Eingangsöffnung Flimmern tragen.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Vogellungen.

Fuld. De organis, quibus aves spiritum ducunt. 1816.

Retzius. Froriep's Notizen. Bd. XXXV, p. 1. 1832.

Lereboullet. Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertébrés. 1838.

E. Weber. Ueber den Bau der Lungen bei den Vögeln, im Bericht über die 19 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig. 1842.

Guillot. Recherches sur l'appareil respir. des oiseaux. Annales des sc. nat. 1846.

Sappey. Recherches sur l'appareil respir. des oiseaux. 1847.

Rainey. On the minute anatomy of the lung of the bird, in Medico-chirurgic. Transactions. Tom. XXXII. 1849.

Eberth. Ueber den feineren Bau der Lunge in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie von v. Siebold und Kölliker. 1863.

III. Die Lungen der Reptilien und Amphibien.

Die Lungen der Reptilien und Amphibien stimmen in ihren Texturverhältnissen so sehr überein, dass sie hier füglich zusammen abgehandelt werden können.

In der continuirlichen Reihe, welche sich bei diesen Thieren hinsichtlich

1) Rainey spricht in den Med. chirurg. transactions 1849, p. 50 die Ansicht aus, dass die Capillaren ganz frei durch die Lufträume hindurchzögen, ohne von einem verbindenden Gewebe gestüzt zu werden.

des Baues der Lufträume ergiebt, nehmen die Tritonen und einige Perennibranchiaten (Proteus, Menobranchus) die niedrigste Stufe ein, indem bei ihnen jede Lunge nur eine einfache, sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterung des zuleitenden Luftröhrenastes darstellt. Die übrigen Amphibien besitzen an der Innenwand jeder, auch hier noch sackförmigen, am Bronchus wie eine Beere am Stile hängenden Lunge ein Netzwerk leistenartiger Erhebungen, welche jedoch nicht alle gleich hoch sind, sondern mehr oder minder weit in das Binnenlumen des Lungensackes vorspringen. Die durch das System der höchsten Leisten gebildeten polygonalen, meistens viereckigen Haupt-Maschen werden im Grunde durch ähnliche Leisten geringerer Höhe, welche von den Hauptzügen abgehen, in kleinere Abtheilungen gebracht, diese wieder durch noch niedrigere Wälle in neue Abschnitte zerlegt und so fort, bis schliesslich eine Menge abgerundet polygonaler und zwar meistens vier- bis fünfeckiger Nischen oder Alveolen entstehen, welche alle mit ihrem flachen Grunde der Wand des Lungensackes selbst anliegen, zu Seitenwandungen die der Lungenwand senkrecht aufstehenden Leisten haben, und mit ihrer Oeffnung in den allgemeinen Luftraum des Lungensackes schauen.

An der langgestreckten, schlauchförmigen Lunge der Schlangen und Amphisbaena zeichnet sich der vordere dickwandige Abschnitt durch Tiefe und complicirten Bau der Maschenräume aus. Die der Lungenwand senkrecht aufstehenden Hauptleisten sind nämlich nicht glattwandig wie bei den Amphibien, sondern tragen auf ihren Seitenflächen secundäre Leistennetze, durch welche also Alveolen umgrenzt werden, die mit ihrem Grunde nicht mehr der Lungenwand selbst, sondern der Leistenwandung anliegen und mit ihrer Oeffnung nicht mehr gegen das allgemeine Binnenlumen des ganzen Lungensackes, sondern zunächst gegen den von den betreffenden Hauptleisten umschlossenen Maschenraum gekehrt sind. Gegen das hintere Ende der Schlangen- und Amphisbänenlunge wird das ganze Leistennetz wieder einfacher, nimmt allmählig an Höhe ab und schwindet endlich häufig so vollständig, dass die Lunge mit einem glattwandigen, einfach membranösen Blindsacke endigt.

Während die Lungen mancher Saurier (Anguis fragilis, Lacerta agilis, Scincus bistriatus) sich im Bau der Lufträume von der einfachen Amphibienlunge nicht wesentlich unterscheiden, wird bei anderen, z. B. den Chamäleonten durch Erhebung einer oder mehrerer von der Lungensackwandung gegen die Bronchusmündung vorragenden grossen Scheidewände, welche ebenso wie die übrige Lungenwand selbst mit Alveolen- umgrenzenden Leisten besetzt sind, das bisher gemeinsame Lumen jedes Lungensackes in zwei oder mehrere, wenn auch nicht vollständig geschiedene Hauptabtheilungen gebracht.

Bei den Schildkröten treten solche Septa in grösserer Zahl auf, durchsetzen das ganze Binnenlumen und verschmelzen vollständig mit der röhrenartigen Verlängerung des in den Lungenraum hineinragenden Bronchus, so dass also jede Lunge in eine Anzahl nebeneinander liegender, nicht mehr

unter sich communicirender, sondern nur noch von der Bronchusfortsetzung aus zugängiger, gewöhnlich in zwei Reihen angeordneter Blindsäcke getheilt ist.

Das die Innenwand dieser einzelnen Abtheilungen bedeckende Alveolenparenchym zeigt einen ähnlichen, jedoch noch etwas complicirteren Bau als bei den Schlangen. Auch hier sind die vorspringenden Hauptleisten nicht einfach glattwandig, sondern sie tragen auf ihren Seitenflächen netzartig verbundene Leisten, diese wieder andere, und so fort.

Durch reichlichere Entwicklung und noch weitergehende Complicirung des Alveolenparenchyms in dem nämlichen Sinne werden endlich bei den Krokodilen die bisher beschriebenen, sackartigen Hauptlufträume zu rundlichen Gängen eingeengt, ohne dass es jedoch zur Bildung wirklicher solidwandiger Bronchien käme, wie sie den Säugethieren eigen sind.

Als histiologische Grundlage des ganzen Lungengewebes findet sich bei allen Reptilien und Amphibien ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes, faseriges Bindegewebe, in welchem sternförmige, mit schwarzer, körniger Masse erfüllte Pigmentzellen bei manchen Thieren (z. B. Salamandra maculata, viele Frösche) sehr reichlich, bei anderen (Chamäleon, Scincus, Testudo graeca, Emys europ., Coluber natrix) spärlich vorkommen, bei anderen (Lacerta agilis, Alligator sclerops) gänzlich fehlen. Die entweder eine Halbrinne (Schlangen) oder eine von rundlichen Oeffnungen durchbrochene grade (Schildkröten), oder etwas verästelte (Krokodile) Röhre darstellende, in die Lunge mehr oder weniger weit vorragende Bronchusfortsetzung besitzt in ihrer übrigens faserig bindegewebigen Wandung zahlreiche, aus hyalinem Knorpel bestehende, glatte, oft anastomosisch verbundene Knorpelringe, deren gegenüberstehende scharfe Ränder durch eine straffe, elastische Längsfasermasse verbunden werden.

In das bindegewebige Stroma des übrigen Lungenparenchymes findet sich glatte Muskulatur, und zwar oft so reichlich eingelagert, dass sie die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen kann. Während schon die einfachen Lungensäcke der Tritonen eine dünne Lage ringförmig verlaufender Muskelfasern erkennen lassen[1], treten in allen Alveolen tragenden Lungen derbe Muskelzüge als Hauptstütze der die Alveolenmaschen bildenden, netzförmig verbundenen Leisten und zwar besonders entwickelt in den verdickten freien Innenrändern derselben auf. Von diesen starken und compacten Hauptstämmen gehen dünnere Züge und von diesen selbst einzelne isolirte Muskelfasern ab, um über den flachen Grund der Alveolen nahe der inneren Oberfläche wegzuziehen.

Die in der Reptilien- und Amphibienlunge verlaufenden, aus markhal-

---

1) Nach eigenen Untersuchungen muss ich die Angabe von H. Müller (Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. II. p. 134) bestätigen, welcher gegen Reichert und Leydig das Vorhandensein einer dünnen Ringmuskellage auch bei Triton taeniatus behauptete.

tigen und marklosen Fasern bestehenden Nerven lassen hie und da kleine Anhäufungen von Ganglienzellen erkennen, welche zuerst von J. Arnold[1] in der Froschlunge näher studirt und als glockenförmige Zellen mit körnigem Inhalte beschrieben sind, in welche eine grade, dunkelrandige Nervenfaser von der concaven Seite her eintritt, um mit ihrem Axencylinder im Kernkörperchen zu endigen. Von diesem letzteren gehen nach Arnold feine Fortsätze aus, welche radiär durch die Kernsubstanz verlaufend mit einem System feiner Fäden in Verbindung stehen, welches den körnigen Zellinhalt durchsetzt und schliesslich in eine um die eintretende grade Faser in Spiraltouren verlaufende andere Nervenfaser, die sogenannte Spiralfaser, übergeht.

Aus den der Lunge das venöse Blut zuführenden Arterienzweigen entwickelt sich ein den Alveolenwandungen flach aufliegendes Capillarnetz, dessen unregelmässig rundliche Maschen gewöhnlich den nach der Grösse der Blutkörperchen bei den verschiedenen Thieren wechselnden Capillardurchmesser an Breite nicht übertreffen. Dies respiratorische Capillarnetz zieht sich über die niedrigen Alveolensepta continuirlich hinweg, während es auf der Firste aller höheren Leisten, an der Innenfläche der röhrenartigen Bronchusfortsetzung, sowie in dem hinteren Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge in ein weitmaschiges System von wahrscheinlich vorwiegend zur Ernährung dienenden Capillaren übergeht.

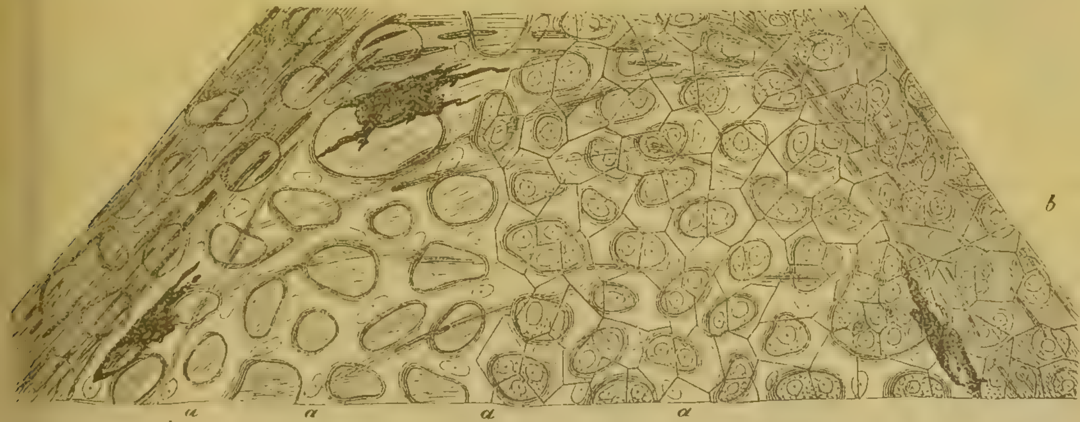


Fig. 135. Theil einer Lungenalveole von Rana temporaria. Die linke Seite ist ohne Epithel dargestellt. Vergr. $^{200}/_{1}$. *aa* Capillarenden. *b* ein Haufen schmaler, cylindrischer Epithelzellen.

Alle respiratorischen Capillaren sind der Alveolenwand nur mit einer Seite angewachsen. Sie würden also mit ihrem grössten Umfange frei in den Luftraum der Alveole vorspringen, wenn sie nicht noch von einem continuirlichen Plattenepithel vollständig zugedeckt wären.

Die grossen polygonalen Zellen dieses Alveolenepithels stossen mit ihren Seitenrändern genau aneinander, überlagern mit dünnen, hellen, plattenar-

1 Virchow's Archiv, Bd. XXVIII, p. 431. 1863. Centralblatt für die medic. Wissensch. 1864. Nr. 42. Virchow's Archiv, Bd. XXXII. 1864.

tigen Ausbreitungen die dem Luftraum zugekehrte Fläche der Capillaren und schicken zapfenartige, gewöhnlich den Zellenkern mit etwas umliegendem körnigen Protoplasma enthaltende Fortsätze in die Capillarmaschen und zwar soweit hinab, dass sie das Bindegewebsstroma der Alveolenwand erreichen, und so die Lücken des Capillarnetzes vollständig ausfüllen.

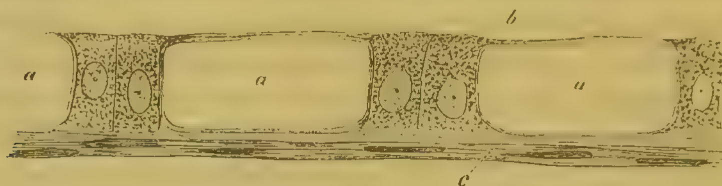


Fig. 136. Optischer Durchschnitt einer Alveolenwand von Rana esculenta. Erhärtung in Osmiumsäure. Vergr. $^{320}/_{1}$. *aa* Capillarräume. *bb* Die kernhaltigen Zapfen der Epithelzellen. *c* Muskelfasern der Alveolenwand.

Diese zapfenartigen, den Kern und das körnige Protoplasma jeder Zelle beherbergenden Fortsätze finden sich sehr gewöhnlich an den Ecken der einzelnen Epithelzellen, so dass mehrere Zapfen zusammenliegen und in einer Capillarmasche Platz finden können. Doch kommen auch viele Zellen vor, welche ihren kernhaltigen Fortsatz mehr in der Mitte tragen und mit demselben eine Capillarmasche vollständig ausfüllen[1].

Während nun die respirirenden Flächen der Reptilien- und Amphibienlunge von einem solchen Plattenepithel gedeckt sind[2], werden die freien Ränder aller höheren Septa und Leisten, sowie die Innenfläche der Bronchusfortsetzung von einem im Allgemeinen ziemlich niedrigen Flimmercylinderepithel bekleidet, in welchem sich an einigen Stellen reichlich Becherzellen eingestreut finden. Der ganze nicht respirirende hintere Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge ist mit einer einfachen aber continuirlichen Lage kleiner, polygonaler, leicht körnig getrübter Plattenepithelzellen ausgekleidet.

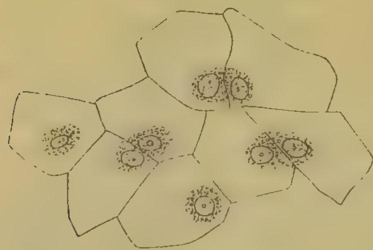


Fig 137. Von der inneren Alveolenwand einer Testudo graeca abgehobenes Epithel. Vergr. $^{200}/_{1}$.

1) Während meine Untersuchungsresultate mit den Angaben von Elenz und C. Schmidt hinsichtlich des Lungenepithels der Amphibien wesentlich übereinstimmen, weiche ich in Bezug auf das Alveolenepithel der Reptilienlunge insoferne von jenen ab, als ich auch hier alle Epithelzellen, selbst die ganz platten, mit Kernen versehen fand und keine structurlosen, kernlosen Platten entdecken konnte. Anfüllung der Lungen mit Müller'scher Lösung und gleichzeitiges Versenken derselben in diese Flüssigkeit macht das die Respirationsräume auskleidende Epithel bei Amphibien wie Reptilien nicht nur vollständig deutlich mit allen Grenzlinien, sondern gestattet auch dasselbe ganz oder theilweise abzuheben und in seine einzelnen Zellen zu zerlegen.

2) Hie und da begegnet man auch (besonders häufig in der Froschlunge) im Alveolenepithel rundlichen Gruppen von (10—30) mehr cylindrischen Zellen, welche zusammen

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Amphibien- und Reptilien-Lungen.

J. F. MECKEL. Ueber das Respirationssystem der Reptilien in MECKEL's Archiv. Bd. IV. 1818.

J. F. MECKEL. Beiträge zur Geschichte des Respirationssystemes der Amphibien. MECKEL's Archiv, Bd. V. 1819.

LEYDIG. Anatomisch-histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.

WILLIAMS. Artikel Respiration in TODD's Cyclopaedia of anat. and physiol. Vol. V. 1859.

H. MÜLLER. Würzburger naturw. Zeitschr. 1861.

EBERTH. Ueber den feineren Bau der Lunge. Zeitschr. für wissensch. Zoologie von v. SIEBOLD und KÖLLIKER, Bd. XII. 1863.

ELENZ. Ueber das Lungenepithel. Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. IV. 1863.

J. ARNOLD. Zur Histologie der Lunge. VIRCHOW's Archiv. Bd. XXVIII. 1863.

C. SCHMIDT. De l'épithelium pulmonaire. 1866.

IV. Die Lungen und die Schwimmblase der Fische.

Die vorne zu einer gemeinsamen Höhle verschmolzenen, hinten freien sackartigen Lungen der Dipnoi besitzen an der Innenfläche ein System netzartig verbundener, polygonale alveoläre Maschen umschliessender Leisten, welche ähnlich wie in der Schlangenlunge vorne zu der complicirten Bildung secundärer, auch den Seitenwandungen der Hauptluftzellen aufsitzender Alveolen zusammentreten, während sie in dem hinteren Theile sämmtlich der Lungensackwandung unmittelbar senkrecht aufstehen, also nur in den allgemeinen Luftraum direct öffnende Alveolen bilden. Die feineren Texturverhältnisse der Lungen von Lepidosiren weichen nicht wesentlich von den bei den Amphibienlungen beschriebenen ab. Als Grundlage erscheint auch hier ein mit grossen sternförmigen Pigmentzellen durchsetztes, faseriges Bindegewebe. In den nach Innen vorspringenden Leisten finden sich derbe Züge glatter Muskulatur, welche besonders in der Nähe der freien Ränder stark entwickelt im Allgemeinen mit der Höhe der Septa an Umfang zunehmen. An der Innenfläche der Alveolenwandungen und der niederen Grenzleisten breitet sich ein respiratorisches Capillarnetz aus, dessen rundliche Maschen den Capillardurchmesser kaum an Breite übertreffen. Gedeckt wird dasselbe von einer einfachen Lage grosser, platter Epithelzellen, welche ähnlich wie bei den Amphibien und Reptilien kurze, kernhaltige Fortsätze in die Capillarmaschen hinabragen lassen.

Die Schwimmblase der Fische, wenngleich ein rein hydrostatischer Apparat ohne respiratorisches Capillarnetz, schliesst sich doch morphologisch eng an die Lungen an.

---

eine grössere Capillarmasche erfüllen und zum Theil den Becherzellen ähnlich eine secretorische Function zu haben scheinen. (Fig. 135 *b*.)

Ebenso verschieden wie der makroskopische Bau dieser bald einfachen, bald durch Einbuchtungen oder tiefe Einschnürungen getheilten, entweder völlig glattwandigen oder an der Innenseite mit vorspringenden Septen und Leisten versehenen Blasen sind auch ihre mikroskopischen Texturverhältnisse. Als Hauptgewebsschicht ist zunächst eine gewöhnlich die Aussenlage bildende, dicht unter dem Peritoneum gelegene, derbe, bindegewebige Faserhaut zu nennen. Dieselbe besteht aus langen, feinen, bei vielen Knochenfischen eigenthümlich starren Bindegewebsfibrillen, welche bald sämmtlich parallel in querer oder schräger Richtung, bald in rechtwinklig sich kreuzenden Zügen verlaufen und im letzteren Falle häufig zwei nach der Richtung der Fasern vollständig sich trennende Lagen darstellen, eine äusserste, mit Längsfaserung und eine darunter gelegene mit Querfaserung.

Zuweilen tritt in dieser äusseren Faserschicht auch Knochenbildung auf, so bei Cobitis fossilis, Acanthopsis, Ophidium imberbe; bei Cobitis in Form einer zusammenhängenden Gitterkapsel mit rundlichen Maschen.

In dem lockeren, fibrillär bindegewebigen Stroma der nach innen zu folgenden Gewebslagen, welche hier als innere Schicht zusammengefasst werden, finden sich häufig elastische, der Oberfläche parallel liegende Lamellen, welche bei den meisten Knochenfischen sehr zart bleiben, dagegen bei einigen, besonders in dem vorderen Blasentheile der Cyprinoiden zu derben, gefensterten Membranen werden. Zwischen diesen elastischen Lamellen kommen oft z. B. bei Esox lucius, Perca fluv., Gadus Callarias, Gadus Zota etc. eigenthümliche, länglich viereckige, zarte, elastische Blättchen vor, welche bis auf den meistens in der Mitte gelegenen, ovalen Kern völlig klar und structurlos sind und beim Freiwerden sich wie ein Blatt einrollen. Gewöhnlich liegen sie zu kleinen Paqueten aufeinandergeschichtet, lassen sich aber leicht trennen. Eine ganz eigenthümliche Bindegewebsformation findet sich in der dicken, atlasglänzenden Schicht der Störschwimmblase. Dieselbe besteht, abgesehen von einem spärlichen, lockeren, fibrillären Bindegewebsstroma ganz aus spindelförmigen, verhältnissmässig kurzen, in der Mitte dicken, plattrundlichen Fasern, welche sich einerseits zu grösseren Zügen dicht aneinander legen, andrerseits selbst wieder leicht in immer kleinere, gleich gestaltete Fasern zerspalten lassen. Ausser kleinen, kurzen, dunklen Längsstrichen, welche man für die Andeutung von Bindegewebskörperchen nehmen kann, lässt sich keine Structur an diesen stark lichtbrechenden und, wie ich hier besonders hervorheben will, auch stark doppelt brechenden [1]) Elementen erkennen. Beim Kochen und bei der Behandlung mit Säuren quellen sie ausserordentlich und lösen sich rasch zu Leim auf.

In sehr verschiedener Weise ist mit der bindegewebigen Grundlage der Schwimmblasen Muskulatur bald quergestreifter, bald glatter Art verbun-

---

1) Die optische Axe entspricht der Längsaxe der Fasern, welche wie die Muskelfasern positiv doppelt brechende sind.

den. Eine aus zwei übereinanderliegenden, gekreuzten Lagen quergestreifter Muskelfasern bestehende Hülle umschliesst unmittelbar unter dem Peritoneum die Schwimmblasen von Polypterus bichir und Amia. Bei letzterem wird jede Lage nur aus einer einzigen Schicht nebeneinanderliegender Fasern, bei Polypterus aus ziemlich reichlich geschichteten Fasermassen gebildet. Bei einem dritten Ganoiden, Lepidosteus osseus liegen Züge quergestreifter Muskelfasern, entweder direct oder durch sehnige Stränge netzartig verbunden, nicht auf der Aussenfläche der Schwimmblase, sondern in den hier reich entwickelten, Alveolen umschliessenden, membranösen Leisten und Balken der Innenwand. Dagegen trifft man beim Stör eine zusammenhängende Lage glatter Muskulatur in der äusseren Faserschicht. Einzelne Knochenfische z. B. Trigla, Dactyloptera, Zeus haben nur an gewissen Stellen der Schwimmblase aussen aufliegende, scharf umgrenzte Platten oder Züge quergestreifter Muskulatur; andere, die Cyprinoiden, besitzen in dem vorderen Theil der Schwimmblase einen der inneren Schicht in der Medianlinie der Bauchseite eingelagerten Längsstreifen quergerichteter, glatter Muskelfasern, welcher in der Nähe der Einschnürungsstelle zu einem vollständig circulären Ringe sich verbreitert, während in dem hinteren Blasenabschnitte zwei quergefaserte Längsstreifen glatter Muskulatur in der äussersten Partie der Aussenschicht vorkommen. Wieder andere Fische z. B. Esox lucius, Gadus Callarias, Perca fluv. zeigen in der inneren[1] Schicht eine continuirliche dünne Lage glatter Muskelfasern. Endlich kann anch die Muskulatur gänzlich fehlen, wie bei Cobitis u. A.

Während bei einigen Fischen, z. B. Accipenser, Salmo, die stets aus dem Aortensysteme entspringenden, also arterialisirtes Blut zuführenden Gefässe der Schwimmblase sich einfach in ein weitmaschiges, der Ernährung dienendes Capillarnetz auflösen, welches schliesslich in Körpervenen übergeht, treten bei vielen anderen in der äusseren Partie der inneren Schicht eigenthümliche Gefässbildungen auf, welche zuerst von Joh. Müller näher studirt und in die Kategorie der Wundernetze gestellt sind. Arterielle Gefässe lösen sich plötzlich in bald diffuse, bald mehr lokalisirte stahlen-, büschel- oder quastenförmige Röhrensysteme auf, aus welchen sich baumförmig verästelte Capillarnetze entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne grössere Gefässe entwickeln. Aus diesen an der Inennfläche der Schwimmblase sich ausbreitenden Capillarnetzen führen dann wieder venöse Wundernetz-Röhrensysteme (entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne grössere Venen) ab, welche sich zwischen die arteriellen so einschieben, dass ein Querschnitt des ganzen Wundernetzes arterielle und venöse Röhren in ziemlich gleichmässiger Vertheilung nebeneinander zeigt.

Die continuirliche Epitheldecke, welche die Innenfläche jeder Schwimmblase auskleidet, besteht beim Stör und nach Leydig auch bei Polypterus bichir

1) Leydig beschreibt eine Schicht platter Muskelfasern bei Esox in der äusseren Schicht, wo ich sie nicht finden konnte.

aus Flimmern tragenden Cylinderzellen, bei den Knochenfischen dagegen aus einer einfachen Lage von Plattenepithelzellen, welche indessen über den aus den arteriellen Wundernetzröhren hervorgehenden Capillarnetzen einen durchaus anderen Charakter dadurch gewinnen, dass sie höher, mehr würfelförmig werden, einen trübkörnigen Inhalt zeigen, und so das Aussehen von Drüsenzellen annehmen. Die Drüsenfunction derselben wird noch dadurch wahrscheinlicher, dass sie die in den Capillarkörper hineingehenden spalten- oder taschenförmigen Einstülpungen nach Art eines Drüsenepithels vollständig auskleiden.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Lungen und der Schwimmblase der Fische.

Bischoff. Lepidosiren paradoxa. 1840.
Hyrtl. Lepidosiren paradoxa. 1845.
Peters. Ueber die Lungen von Rhinocryptis, in Müller's Archiv. 1845.

Fischer. Versuch über die Schwimmblase der Fische. 1795.
Jacobi. De vesica aërea piscium. 1840.
Berlak. Symbolae ad anatomiam vesicae natatoriae piscium. 1834.
Van der Hoeven. Ueber die zellige Schwimmblase des Lipidosteus. Müller's Archiv. 1841.
J. Müller. Vergleich. Anatomie des Gefässsystemes der Myxinoïden. 1841. Und Ueber die Eingeweide der Fische; in den Verhandl. der Berliner Akademie. 1845
Reinhardt Om svommeblaeren hos Familien Gymnotini. 1852.
Leydig. Anatom. histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.
Leydig. Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Archiv. 1854.
Leydig. Lehrbuch der Histologie. 1857.

Capitel XXI.

Von der Niere.

Von

C. Ludwig.

Wenn die frische Niere eines Säugethieres von den Papillen bis zur sehnigen Kapsel durchschnitten vorliegt, so unterscheidet das unbewaffnete Auge auf der blossgelegten Fläche das streifige Mark von der Körnchen tragenden Rinde; diese beiden Abtheilungen liegen in concentrischer Anordnung. Waren die Blut- und Harngefässe der durchschnittenen Niere mit verschiedenfarbigen Massen ausgespritzt, so heben sich nun auch noch in radialer Richtung, und zwar sowohl im Mark wie in der Rinde weitere Abtheilungen hervor.

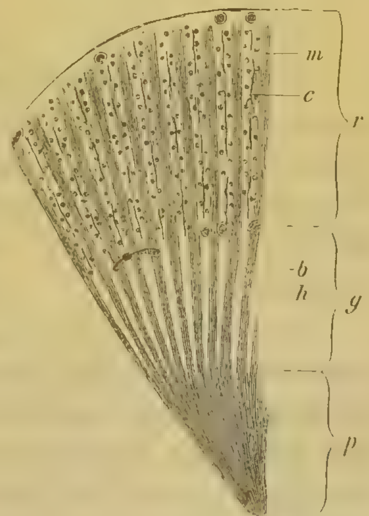


Fig. 138.

Auf der Markfläche strahlen von der Papille als Centrum gegen die Rinde hin Streifen aus, welche von der in die Harnwege eingespritzten Masse gefärbt sind.

Diese Streifen berühren sich in der Papille und nahe über derselben, so dass bis dahin das Mark durchweg gleichartig gefärbt erscheint. Diesen Abschnitt des Markes unterscheidet man als den Papillartheil desselben. Je weiter sich aber die genannten Streifen von der Papille entfernen, um so weiter treten sie auseinander, so dass sie, bevor sie unmittelbar in die Rinde übergehen, in Abständen lau-

Fig. 138. Flächenschnitt durch die Niere eines Hundes; Harn- und Blutgefässe sind injicirt. *p* Papillarschicht. *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Die dunklen Streifen des Marks (*h*) Bündel aus Harnkanälen; die Fortsetzung derselben in die Rinde (*m*) die Markstrahlen. — Die hellen Abtheilungen des Marks (*b*) entsprechen ihrer Lage nach den Blutgefässbündeln der Grenzschicht. Die hellen, mit Puncten (glomeruli) besetzten Abtheilungen der Rinde (*c*) bezeichnen die Lage des Labyrinths.

fen, die etwa ihrem eigenen Durchmesser gleich kommen. Die Räume zwischen diesen Streifen werden ausgefüllt durch andere, welche die Farbe tragen, mit der die Blutgefässe ausgespritzt werden. Der Theil des Markes, in welchen die Harn- und die Blutgefässstreifen miteinander abwechseln, bezeichnet man als die Grenzschicht des Markes. In der Rinde treten gleichfalls Streifen auf, welche sowohl nach der Art und Intensität ihrer Farbe als auch nach der Richtung ihres Verlaufs sich als die unmittelbaren Fortsetzungen der Faserzüge des Markes erweisen, welche dem System der Harngefässe angehörten. Diese aus dem Mark herauskommenden und bis nahe zu dem äussersten Umfang der Rinde verlaufenden Streifen führen den Namen der Markstrahlen (Pyramidenfortsätze). Die Räume, welche in der Rinde nach Abzug der ebengenannten Theile übrig bleiben, erhalten ihren Farbenton vorzugsweise von der in die Blutgefässe eingeführten Masse; diesen Theil wollen wir das Nierenlabyrinth (Rinde im engern Wortsinn) nennen.

Durch Anwendung des Mikroskopes auf die verschieden gefärbten Abtheilungen erkennt man alsbald, dass jede derselben aus einer grossen Anzahl von Canälen besteht, die theils mit den Blutgefässen und theils mit den Harnwegen zusammenhängen. Diese beiden Canalsorten füllen den weitaus grössten Theil des Nierenraumes aus.

Harncanälchen.

1. Verlauf und Durchmesser. Das Harncanälchen legt, da es öfter die Richtung seines Verlaufes ändert, durch die Niere einen relativ sehr langen Weg zurück; auf einem Theil desselben hält es sich isolirt, auf einem andern aber fliesst es mit den benachbarten zu einem gemeinsamen Rohr zusammen. Zudem wechselt es auf den verschiedenen Orten seiner Bahn den Durchmesser sehr beträchtlich.

Ihren Anfang nehmen alle Harncanälchen in dem Labyrinth. Jedes derselben beginnt daselbst mit einer kugeligen Anschwellung (Kapsel des Nierenkorns oder des Glomerulus). Diese setzt sich durch eine verengte Stelle den Hals der Kapsel in ein weiteres Rohr fort, das in mehrfachen, bogenförmigen Windungen gegen das Mark hinstrebt; hat das bogig gewundene Stück als weites Rohr die Grenzschicht erreicht, so spitzt es sich rasch zu und dringt nun als ein feiner Canal geraden Verlaufs mehr oder weniger tief in das Mark ein (absteigender oder geschlossener Schleifenschenkel), innerhalb jenes biegt es dann unter Bildung einer engen Schleife, Henle's Schleife, wieder um und läuft gerade aufwärts gegen und in die Rinde, aufsteigender oder offener Schleifenschenkel. Bei seiner Rückkehr in diese sucht jedoch das Canälchen nicht genau wieder den Ort auf, woher es kam, im Gegentheil es vermeidet zunächt das Labyrinth und legt sich statt dessen eng an den nächsten Markstrahl

an. Früher oder später verlässt es jedoch wieder diesen geraden Weg und biegt mit mehrfachen, in der Regel knickartigen Windungen, als sogen. Schaltstück zwischen die bogig gewundenen Canäle des Labyrinthes. Von dort kehrt es, und zwar unter Bildung eines nach dem Nierenumfang convexen Bogens gegen den Markstrahl zurück, um nun seinen selbständigen Verlauf aufzugeben. Dieses letztere geschieht so, dass mehrere Canäle, die von verschiedenen Seiten her gegen denselben Punct hin zusammenlaufen, zur Bildung eines geraden und weiten Rohres des Sammelrohrs verschmelzen.

Bevor wir dieses letztere weiter begleiten, sind noch die mehrfachen Durchmesseränderungen nachzutragen, welche das Canälchen erfahren hat von seinem ersten Austritt aus der Rinde an, bis zu seiner letzten Einkehr in den Markstrahl beziehungsweise in das Sammelrohr. Schon früher wurde erwähnt, dass der Canal, wenn er die bogigen Windungen aufgiebt, und sich gegen die Schleife Henle's hinstreckt, dann auch jedesmal bedeutend verengt wird. Die Weglänge, auf welcher er den geringen Durchmesser beibehält, ist nicht in allen Fällen dieselbe. Oefter bewahrt er die Verengerung bis in den absteigenden Schlingenschenkel, eben so oft aber verwandelt sich schon vor seinem Eintritt in die Schlinge der enge Canal in einen weiteren um, dessen Durchmesser jedoch noch merklich hinter dem der bogig gewundenen Canalstücke zurückbleibt. Dieses neue Caliber bewahrt der Canal bis nahe zu dem Orte, in welchen er in die Schaltwindungen übergeht; indem er sich hiezu anschickt, verengt er sich vorübergehend um ein Weniges, um sich dann innerhalb der Schaltwindungen selbst bis nahe zu dem Umfang zu erweitern, der seiner bogig gewundenen Abtheilung eigen ist. In einzelnen Nieren zeigt dieser erweiterte Theil des Schaltcanals die auffallende Erscheinung, dass er seine bis dahin cylind-

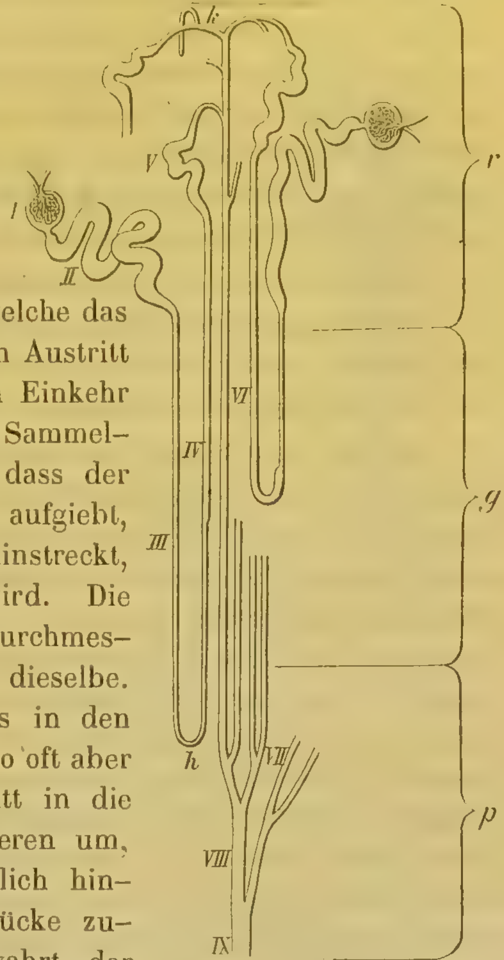


Fig. 139.

Fig. 139. Schematische Darstellung des Verlaufes der Harncanälchen; Menschenniere. *p* Papillarschicht, *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Kapsel des glomerulus *I*, der durch den Hals in das bogig gewundene Canalstück *II* übergeht. Dieses spitzt sich an der Mark-Rindegrenze in den absteigenden Schlingenschenkel *III* zu, und geht als solcher durch Henle's Schleife (*h*) in den aufsteigenden Schlingenschenkel *IV* über. An diesen schliesst sich das Schaltstück *V*, welches durch den äussern Bogen an die Krone (*k*) des Sammelrohrs *VI* übergeht. Das Sammelrohr verbindet sich mit den benachbarten desselben Markstrahls *VII* zum Hauptrohr *VIII* und diese endlich mit anderen Hauptröhren zum ductus papillaris *IX*.

rische Höhlung in eine buchtig angeschwollene verwandelt. Dies geschieht dadurch, dass kleine nach Zahl und Umfang veränderliche Ausstülpungen aus der Canalwand hervorgehen. In der letzten Windung endlich, mit der das Schaltstück in das Sammelrohr einbiegt, verengt sich seine Höhlung noch einmal ganz vorübergehend.

Auf seinem Verlauf als isolirtes Rohr erfährt also der Canal sieben Mal eine Aenderung seines Durchmessers, nämlich 1) Verengerung von der Kapsel zum Hals, 2) Erweiterung vom Hals zum gewundenen Canalstück, 3) Verengerung beim Hintritt zur Schlinge, 4) Erweiterung beim Hingang gegen den offenen Schlingenschenkel, 5) Verengerung beim Uebergang zu den Schaltwindungen, 6) Erweiterung in diesen letztern, endlich 7) Verengerung beim Uebertritt des Schaltstücks in das Sammelrohr.

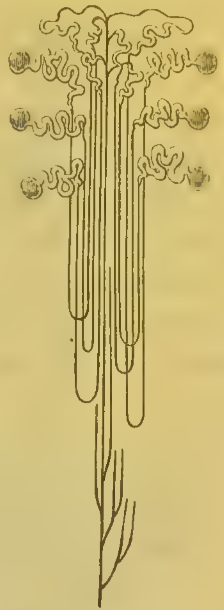
Wir kehren nun zur Beschreibung des Sammelrohrs zurück. Dieses war, wie erwähnt, am Rindenende des Markstrahls dadurch gebildet worden, dass sich mehrere der bis dahin gesondert verlaufenden Canäle in ähnlicher Weise wie die Aeste in einer Baumkrone untereinander vereinigt hatten.

Nachdem das Sammelrohr entstanden ist, nimmt es auch noch kurz unterhalb der Krone einige Canälchen auf und läuft dann aber isolirt und geraden Wegs bis in den Papillartheil des Markes, wobei es immer in der durch einen Markstrahl vorgezeichneten Bahn bleibt. Sind die einzelnen Sammelröhren im Papillartheil angelangt, so werden auch sie einer Verschmelzung entgegengeführt, die so lange fortdauert, bis statt der ursprünglich sehr zahlreichen Röhren nur noch wenige übrig bleiben. Die Vereinigung geschieht hiebei immer zweispaltig. Zuerst fliessen auf diese Weise alle Sammelröhren zusammen, welche in einem Markstrahl neben einander lagen, dann aber verschmelzen die Hauptröhren zweier benachbarten Markstrahlen und f. f. Die letzten Gänge, welche aus dieser paarweisen Vereinigung hervorgehen, die sogen. ductus papillares münden schliesslich auf der Papillenoberfläche in das Freie. — Für die Durchmesser gilt als Regel, dass der aus je zweien entstandene Canal etwas weiter ist, als jeder der in ihn einmündenden.

2. Zusammenfassung der Canälchen zu Primitivkegeln. — Eine begrenzte Anzahl von Harncanälchen steht zu einander in einer innigeren Beziehung als zu allen übrigen. Die Zusammengehörigkeit derselben drückt sich dadurch aus, dass die Sammelröhren derselben in ein und demselben Markstrahl verlaufen, und dass diese selbst schliesslich in einen Hauptausfluss zusammenmünden. Aber auch in ihrem isolirten Verlauf sind die Canälchen, welche die Sammelröhren eines Markstrahls zusammensetzen, in solcher Weise neben einander gelegt, dass sie leicht als zusammengehörig erkannt werden können. Alle die Stücke, welche zu einer solchen Abtheilung gehören, gewähren in ihrer Gesammtheit etwa das Ansehen eines Kegels oder einer Flasche, dessen Spitze in der Papille, dessen Basis in der Rinde gelegen ist. Da die Niere, so weit sie aus Harncanälen besteht, als ein Aggregat von vielen solchen, wir wollen

sagen Primitiv-Kegeln, anzusehen ist, so wird es zum Verständniss der Niere nothwendig, ihren Aufbau zu kennen. Bei der Vorlegung desselben werden wir von dem Papillarende der Harncanäle anfangen und gegen die Rinde hin aufsteigen.

Jede der Hauptröhren, durch deren Zusammenfluss die ductus papillares entstanden sind, tritt noch innerhalb oder gleich oberhalb der Papille der Mitte des Querschnittes von je einem Markstrahl gegenüber. Dort angelangt, zerfällt das Hauptrohr durch wiederholt gabelige Theilung alsbald in eine Anzahl von Aesten; soweit wir wissen, geschieht diese Theilung innerhalb eines beschränkten Markraumes, sodass jede Sammelröhre kurz oberhalb der Papille ihre Selbständigkeit erlangt. Sämmtliche, aus einem Hauptstamm her vorgegangen Sammelröhren verlaufen dicht gedrängt und parallel beinahe bis zum äussern Umfang der Niere, und bilden den Grundstock des als Markstrahl bezeichneten Röhrenbündels. Jedes Sammelrohr bleibt auch so lange unverästelt, bis es nahe zum Rinden-Ende des Markstrahls gekommen ist. Dort erst zerfällt dasselbe in eine Anahl von gleichwerthigen Aesten, von denen jeder einen bis zu seinem Ende isolirt verlaufenden Harncanal darstellt.


Fig. 140.

Jedes dieser Harncanälchen tritt in einem kurzen Bogen aus dem Sammelrohr hervor, und windet sich als Schaltstück auf der Basis des Kegels, bis zum äusseren Umfang der Niere, sodass, wenn man von der sehnigen Kapsel der Niere her in diese letztere eindringt, man zunächst auf gewundene Kanälchen trifft, die zum grössten Theil aus den Schaltwindungen bestehen. Aus diesem Raum kehren die Schaltwindungen alsbald wieder gegen die Achse des Kegels (den Markstrahl) zurück, strecken sich gerade und dringen in die Räume, welche im Markstrahl zwischen den Sammelröhren übrig bleiben. Sind die Canälchen auf dieser Bahn in das Mark herabgestiegen, so beginnen sie nun die Schleifenbildung und zwar so, dass durch die ganze Grenzschicht des Markes Canal um Canal in der beschriebenen Weise umbiegt. Nach der Umbiegung liegt jedesmal der Schenkel der Schleife, welcher zu dem bogig gewundenen Canalstück hinstrebt, noch in der Umgrenzung des zugehörigen Bündels aus Sammelröhren, allmählig aber weicht er seitlich ab und setzt sich in die bogig gewundenen Röhren fort. Diese letztern endlich umgeben in der Rinde ringsum den Markstrahl, soweit dieser nicht schon von den Windungen der Schaltstücke bekleidet ist wie eine Scheide.

3. Zusammensetzung der Primitiv-Kegel zu Pyramiden oder Reneulis.

Fig. 140. Schematische Darstellung der Art und Weise, wie die Harncanälchen, zur Bildung eines Primitivkegels zusammentreten.

Wenn man sich erinnert, dass die Hauptröhren der Primitiv-Kegel in der Papille zu ductus papillares zusammenfliessen, so wird man auch erkennen, wie aus der Aneinanderlagerung der zahlreichen, durch einen ductus oder eine Papille zusammengehaltenen Primitiv-Kegel eine Pyramide entsteht. Einer besondern Betrachtung sind nur zwei Puncte bedürftig. Der erste bezieht sich auf das Entstehen der spaltförmigen, mit Blutgefässen ausgefüllten Räume der Grenzschicht des Markes. Sie kommen dadurch zu Stande, dass da, wo die Rinde aufhört, der Markstrahl auch plötzlich die Scheide aus Rindenmasse verliert, welche ihn bis dahin umkleidete. Der Mantel des Primitiv-Kegels erhält also dorten eine starke Einbiegung, ähnlich einer Flasche am Uebergang ihres Bauches in den Hals. Wenn man sich nun zwei oder mehrere solcher flaschenförmigen Körper so aneinander gelegt denkt, dass sich ihre Bäuche und das freie Ende ihrer Hälse berühren, so muss nothwendig zwischen je zweien da eine Lücke bleiben, wo die Bäuche in die Hälse übergehen. — Der andere Punct betrifft die Art des Zusammenflusses der Sammel- und Harnröhren zu ductus papillares, dessen Eigenthümlichkeit durch die runde, abgestutzte Form der Papille bedingt wird. — Die Art und Weise dieses Geschehens wird am einfachsten in dem beistehenden Längenschnitt durch eine Papille versinnlicht; man erkennt, wie die Gänge von allen Seiten her, und zwar auf krummen Wegen die kurzen und wenigen ductus papillares zu erreichen suchen.


Fig. 141.

4. Structur der Wand des Harncanals. Aehnlich oft wie seinen Durchmesser und seine Wegrichtung ändert der Harncanal auch den Bau seiner Wand. — Das freie Blatt der kugeligen Kapsel besteht, soweit es sich zergliedern lässt, nur aus einem Mosaik von Zellen, das demjenigen sehr ähnelt, welches die Blut- und Lymphcapillaren zusammenbaut; auf seiner äusseren Oberfläche wird dasselbe von Bindegewebe umsponnen. Vorzugsweise mächtig kann das letztere in der Umgebung der Kapseln auftreten, welche dem Marke zunächst liegen.

Der Gefässknäuel, den die Kapsel umhüllt, empfängt ebenfalls einen Ueberzug, welcher eng an den Gefässen anliegt; von ihm wird später die Rede sein.

Vom Hals der Kapsel bis zum Beginn des ductus papillaris hinab ist die Canalwand aus einer Grundhaut (tunica propria) und einem auf ihrer innern Fläche aufgesetzten Epithelium hergestellt. In der Regel erweist sich die Grundhaut unsern Zerlegungsmitteln gegenüber als homogen; nur zuweilen gelingt es in ihrer Masse durch Carminfärbung einen Kern sichtbar zu machen und ebenso bringt man zuweilen und auch dann nur auf kürzeren Wand-Strecken der bogig gewundenen Canäle durch Silberlösung die Zeichnung

Fig. 141. Zusammenfluss der ausführenden Harncanäle in der Papille. Schematisches Portrait.

hervor, welche die versilberten Lymph- und Blutcapillaren auszeichnen. Die Grundhaut ist glashell, elastisch, für Quellung sehr empfänglich; sie lässt sich sehr leicht gesondert darstellen.

Das Epithelium, welches die innere Fläche der Grundhaut auskleidet, ist einschichtig und kernhaltig. Die Gestalt der Kerne ist überall dieselbe; sie sind

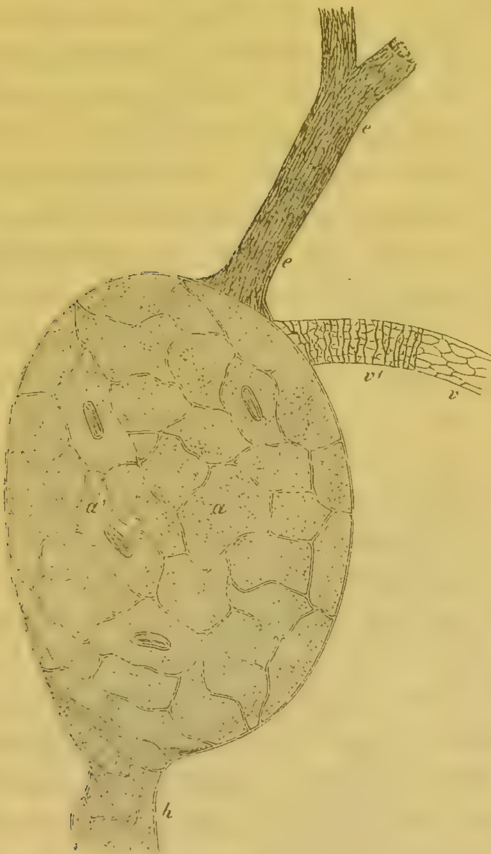


Fig. 142.

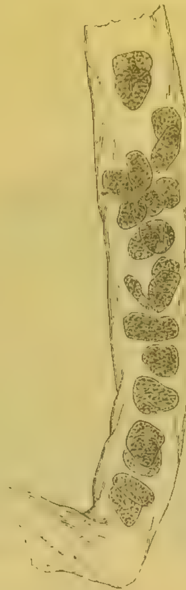


Fig. 143.



Fig. 144.

kugelig scharf umgrenzt, und ihr Inhalt ist mit zahlreichen Körnchen besetzt. Der Körper der Zelle wechselt dagegen.

In den b o g i g g e w u n d e n e n Canalstücken sind die annähernd gleichweit von einander abstehenden Kerne in eine sulzige Masse eingebettet. In dieser letztern finden sich vielfach Spalten, welche auf jeden Querschnitt namentlich aber dann deutlich hervortreten, wenn eine in die Harncanälchen eingespritzte Farbe in sie eingedrungen ist. Diese Spalten liegen jedoch in sehr unregelmässigen

Fig. 142. Kapsel des Glomerulus aus einer Kaninchenniere; versilbert und carminisirt. — Die Endothelzellen der Kapselwand (*a*) zum Theil mit ovalen Kernen (*a'*). Das Endothel geht auf den Hals (*h*) über. — Das vas afferens (*v*) ist bei *v'* mit den Silberlinien versehen, welche die Muskelringe markiren, bei *v* mit den Grenzlinien seines Endothels das vas efferens (*e*); die Silberlinien umziehen die spindelförmigen Endothelzellen.

Fig. 143. Tunica propria eines gewundenen Harncanals; im Innern liegen losgelöste Epithelialmassen.

Fig. 144. Ein isolirtes, noch mit Epithelium gefülltes Stück eines bogig gewundenen Canals. Mit sehr verdünnter Salzsäure befeuchtet.

Abständen; mit einem Wort, es scheint der als Zellenleib aufzufassenden Umhüllungsmasse an einer ihrem Kerngehalt entsprechenden Gliederung zu einzelnen Zellenkörpern zu fehlen. Die Epithelialpulpa sitzt der Grundhaut nur locker auf, so dass sie im frischen Zustand aus den isolirten und durchschnittenen Kanalstücken leicht ausgetrieben werden kann. Wenn dieses durch eine Schrumpfung der tunica propria bewirkt war, so erschienen die ausgetriebenen Belegungsmassen als lange cylindrische, fest zusammenhängende Stücke.

Wie weit die Epithelialmasse in den Binnenraum des Canals hineinragt, hängt von der Ausdehnung ab, welche der letztere selbst erlitten hatte. Wenn derselbe durch eine künstlich erzeugte Harnstauung sehr ausgedehnt war, so werden die den Canal auskleidenden Epithelringe niedriger; war dagegen die Niere vor dem Tode leer, so erscheint der genannte Ring höher. Demnach schliesst sich der sulzige Belag der Grundhaut innig an und folgt ihren Formänderungen. — Der Stoff, aus welchem sich die sulzigen Zellenleiber zusammensetzen, ist kein gleichartiger; man erkennt in der formlosen Grundlage zahlreiche Fetttröpfchen und neben diesen andre dunkle Körnchen, welche durch verdünnte Säure aufzuhellen sind. Diese Einlagerungen bedingen einen Grad von Undurchsichtigkeit, welcher in der Regel gross genug ist, um ohne vorhergehende Ansäuerung das Erkennen der Kerne unmöglich zu machen; dieses Verhalten hat der Auskleidung der bogig gewundenen Harncanäle den Namen trübes Epithelium verschafft.

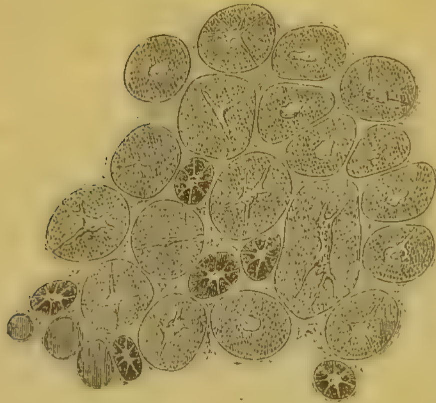


Fig. 145.

In den schmalen Canalstücken, die zur und von Henle's Schleife gehen, tritt, statt des bis dahin beschriebenen dunklen und massigen ein helles und mageres Epithel auf, das als eine fortlaufende Schicht, welche durch die Kerne beträchtlich hervorgewölbt wird, die Canalwand überzieht.

Wo jenseits der Schleife der Durchmesser des Harncanals wieder zunimmt, gestaltet sich die Umhüllungsmasse des Kerns insofern eigenthümlich, als in ihr, und zwar jedesmal etwa an der Halbirungslinie des Abstandes von je zwei Kernen ein Spalt bemerklich wird, der unter einem nach der Rinde hin offenen und spitzen



Fig. 146.

Fig. 145. Durchschnitt durch die Rindencanäle einer frischen Niere, zur Darstellung der trüben Epithelialschicht. Die kugeligen Kerne sind verdeckt; in den weitern Canälchen erstrecken sich zwischen die Epithelialmasse unregelmässige, in den engern Canälchen regelmässige Spalten.

Fig. 146. Ein isolirtes Stück aus einem feinen Harncanale, mit feinem, hellen, schmächtigen Epithelium und den alternirenden, durch die Kerne bedingten Schwellungen.

Winkel bis gegen den Canalrand geht. Hierdurch gewinnt das Epithelium das Ansehen, als ob es aus lauter einzelnen cylindrischen Zellen bestehe, die in der Richtung vom Mark zur Rinde dachziegelförmig übereinander geschoben seien.

In den Schaltwindungen kehrt der Epithelialbeleg zu dem sulzigen Ansehen zurück, welches ihm in den bogig gewundenen Canalstrecken eigen war. — In den Sammelröhren bis zu den ductus papillares hin setzt sich das Epithel aus einzelnen, bestimmt abgegrenzten Cylinderzellen zusammen, die ihre breitere Basis gegen die Canalwand und ihre abgestumpfte Spitze gegen die Lichtung wenden. In den ductus papillares endlich gehen die Canäle der Grundhaut verlustig, so dass hier das Epithelium die Wand des Canals allein darstellt, etwa so wie dieses auch an der Fortsetzung der Schweissdrüse durch die Epidermis geschieht.


Fig. 147.

Da sich die Harncanäle aller Säuger nach ihrem Bau, ihrem Verlauf und ihrer Zusammenfassung an das aufgestellte Schema binden, so würden die Nieren der verschiedenen Säugethierarten sich bis ins Kleinste hinein gleichen müssen, wenn auch die Dicken- und Längenmaasse der Harncanäle überall dieselben wären. Der einzige Unterschied würde dann durch die Zahl der Kanälchen gegeben sein, die sich an der Bildung einer Niere betheiligen. — Diese Voraussetzung trifft bekanntlich nicht ein; die augenfälligen Unterschiede, welche zwischen den Nieren verschiedener Säuger bestehen, beweisen also, dass dieser Thierclasse in Bezug auf die Maasse der primitiven Harnwege ein grosser Spielraum gewährt ist. Die oberflächlichsten Schätzungen, die an Zerklüftungs- und Durchschnittspräparaten angestellt werden, lehrt denn auch, dass nicht allein die absoluten Längen- und Dickenmaasse von Niere zu Niere veränderlich sind, sondern dass dieses ebenso von den Relationen gilt, welche zwischen den Längen der ein-

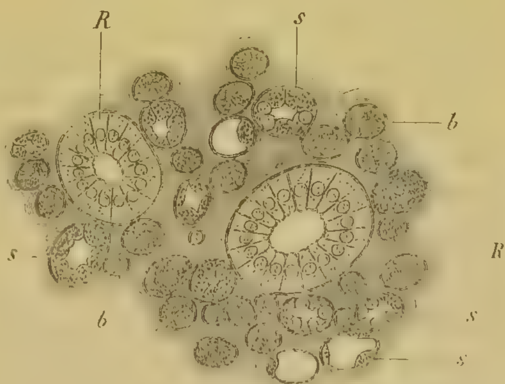


Fig. 148.

Fig. 147. Aus einem aufsteigenden Schleifenschenkel zur Darstellung der dachziegelförmig übereinandergelagerten Epithelialzellen.

Fig. 148. Durchschnitt durch das frische Mark zur Darstellung des Epitheliums der Harncanäle daselbst. Die dunklen Kreise sind Blutgefässdurchschnitte (*b*). — Das Epithel ist durchweg hell, so dass die kreisformigen Projectionen der kugeligen Kerne durchscheinen. (*R*) Sammelröhren, die einzelnen Epithelialcylinder sind deutlich von einander getrennt. — (*S*) Schmale und breite Schleifenschenkel. Zwischen den Canälchen zieht sich ein Lager aus streifigem Bindegewebe hin.

zelnen Canalabtheilungen auftreten. Abgesehen von allem andern beweisen dieses schon die ungleichen Verhältnisse zwischen der Ausdehnung von Rinden- und Markmasse in verschiedenen Nieren. — Einen genaueren Aufschluss über diese für die Nierenfunction unzweifelhaft wichtigen Maasse wird uns jedoch so lange abgehen, bis es möglich sein wird, die Harncanälchen leichter und in einem weniger brüchigem Zustande aus der Niere zu lösen, als dieses heute möglich.



Fig. 149.

Aus den Nachrichten, welche wir über die Anatomie der Harncanälchen in den andern Wirbelthierclassen besitzen, mag folgendes herausgehoben werden.

Der schematische Umriss Fig. 149 *D**) ist der Taubenniere entnommen. Ohne Weiteres ist aus ihm die grosse Uebereinstimmung zu entnehmen, welche zwischen ihm und dem Harncanal des Säugers besteht. Die einzelnen Abtheilungen, welche wir an der letztern unterscheiden, kehren hier in derselben Reihenfolge wieder. Dieselbe Uebereinstimmung gewährt das Epithelium der beiden Nieren. Unsere gegenwärtigen Erfahrungen sprechen dafür, dass sich die Harncanälchen bei allen Vögeln ähnlich gestalten, wie bei der Taube.

Fig. 149 *C* giebt den Verlauf der Harncanäle in der Niere von testudo wieder. Die Kapsel und ihr Hals *I*, das angeschwollene, gewundene Canalstück gewundene Rohr *II*, die Verengerung, in welche dieses letztere übergeht *III*, die hierauf folgende, dem Sammelrohr unmittelbar voraufgehende Erweiterung *V* ist auch hier vorhanden. — Vom Säugethierschema weicht das vorliegende nur dadurch ab, dass das bogig gewundene Canalstück nicht glatt, sondern buchtig begrenzt ist, und dass die zwischen ihm und dem Schaltstück gelegene verengte Abtheilung anders als die Schleife der Säugerniere geformt ist. — Das Epithel in dem Hals der Schildkrötenniere ist niedrig, hoch und zuweilen pigmentirt ist es in dem bogig gewundenen Theil; niedrig und hell in dem engern Abschnitt.

Fig. 149 *B* giebt den Harncanal der Froschniere wieder. Die langgezogene Kapsel geht durch den gestreckten Hals *I* in das bogig gewundene Rohr über *II*. Dieses spitzt sich in einen engen Abschnitt *III* zu, welcher unter allmähliger Erweiterung sich in eine zweite, mehrfach gewundene Abtheilung *V* umwandelt, die in das Sammelrohr mündet. Die Wand der Kapsel ist von einer starken Schicht Bindegewebe umhüllt, das Epithel niedrig und hell, öfter mit Flimmerhaaren besetzt. In dem Abschnitt *II* ist das Epithel aus hohen, polygonalen Zellen zusammengebaut, in *III* ist es hell und niedrig, in dem Analogon des Schaltstückes dagegen hoch und trübe.

*) Die unter Nr. 149 zusammengefassten Figuren sind von Hüfner entworfen.

An Bau und Verlauf sind die Harncanälchen des Triton sehr ähnlich denen des Frosches.

Fig. 149 *A*. Schema der Harncanäle von Cobitis fossilis. Die Kapsel ist relativ klein, der Hals sehr lang. Vom Halse bis zum Sammelrohr erstreckt sich ein gewundener Schlauch, der mit grösserem Durchmesser beginnt und endigt, aber in der Mitte seines Verlaufs über eine kurze Strecke von einem geringerem Durchmesser ist. Die Höhe der Epithelien entspricht dem Durchmesser des Canals; es ist an allen Orten hell.

Die einfachste Niere, die uns bekannt, besitzt Bdellostoma Fosteri; ihre Harncanäle bestehen aus einer Kapsel, deren Hals in ein weites Rohr übergeht, das nach einem ganz kurzen Verlauf in das Sammelrohr mündet. Ueber das Epithelium dieser primitivsten Niere ist nichts bekannt.

Blutgefässe.

Der Niere fliesst das Blut in der Regel nur durch die Nierenarterie zu; unter Umständen kann sie jedoch, wenn auch nur theilweise aus den Zwerchfell- Lumbal- und Suprarenalarterien gespeist werden, da sich sehr feine Ausläufer der genannten Schlagadern mit entsprechenden der art. renalis auf der sehnigen Nierenkapsel verbinden. Obwohl nun das Mark, die Rinde und die sehnige Kapsel der Niere aus einem Stamme versorgt werden, so sind dennoch die Capillarverzweigungen und die letzten arteriellen Zuflüsse zu einer jeden der drei genannten Abtheilungen auf eine ganz besondere Weise angeordnet.

Blutgefässe der Rinde. Die Nierenarterie schickt weitaus den grössten Theil ihres Blutes durch die Rinde; die Stämme, welche sich ihr zuwenden, streben, ohne sich auf ihrem Wege mit der Bildung von Netzen aufzuhalten, so rasch der weiteren Verästelung zu, dass sie schon kurz nach ihrem Eintritt in die Rinde durchweg in sehr feine Arterien, die arteriolae interlobulares zerfallen sind.

Auf einem Nierenschnitt, der nach dem Längsverlauf der letztern geführt wurde, sieht man sie in der Mitte zwischen je zwei benachbarten Markstrahlen im allgemeinen also da hinziehen, wo mehrere Primitivkegel aneinander grenzen. Der weitaus grösste Theil dieser Aestchen wird, sobald die Markstrahlen aufhören, ebenfalls für das freie Auge unsichtbar, in geringerer Zahl dagegen durchbrechen sie auch die oberflächlichste Rindenschicht und gelangen in die sehnige Kapsel. — Jede art. interlobularis giebt auf ihrer Bahn zwischen den bogig gewundenen Canälchen in rascher Folge Aestchen um Aestchen ab, und zwar so oft, als das Stämmchen an dem angeschwollenen Ende eines bogig gewundenen Canales (capsula glomeruli) vorbeistreicht. Demnach senden sämmtliche art. interlobulares mindestens so viel Aestchen in die Rinde hinein, als dort Harncanälchen anfangen; sehr wahrscheinlich ist es, dass sie in den Rindenraum auch nicht mehr Aeste senden.

Jeder dieser arteriellen Endäste (vas afferens glomeruli) läuft von dem Orte seiner Entstehung aus geraden Wegs bis zu der nächsten Endanschwel-

lung eines Harncanals. Einige dieser sehr zahlreichen vasa afferentia geben bevor sie zum kugelgen Ende des Harncanals gelangen, einen sehr feinen Zweig ab, der sich sogleich in Haargefässe auflöst, und durch diese sein Blut in die Capillarnetze schickt, welche die Harncanälchen umspinnen. Alle vasa afferentia dagegen, gleichgiltig, ob sie vorher ein Aestchen entlassen haben oder ungetheilt geblieben sind, treten an die kugelige Endanschwellung des Harncanals heran, und durchbohren dessen Wand gerade dem Ursprung des gewundenen Harncanals (dem Halse) gegenüber. In dem Hohlraum angelangt, zerfällt das vas afferens in ein freischwebendes Büschel von Capillaren (glomerulus) die sich innerhalb der Kapselhöhle wiederum zu einem Venenstämmchen (vas efferens glomeruli) sammeln. Dieses Venenstämmchen, das ungefähr von gleichem Durchmesser wie das vas afferens ist, legt sich, nachdem es entstanden, eng an das zuletzt genannte Gefäss an und durchbohrt die Kapsel in der Regel an derselben Stelle, an welcher das vas afferens in sie eintrat.

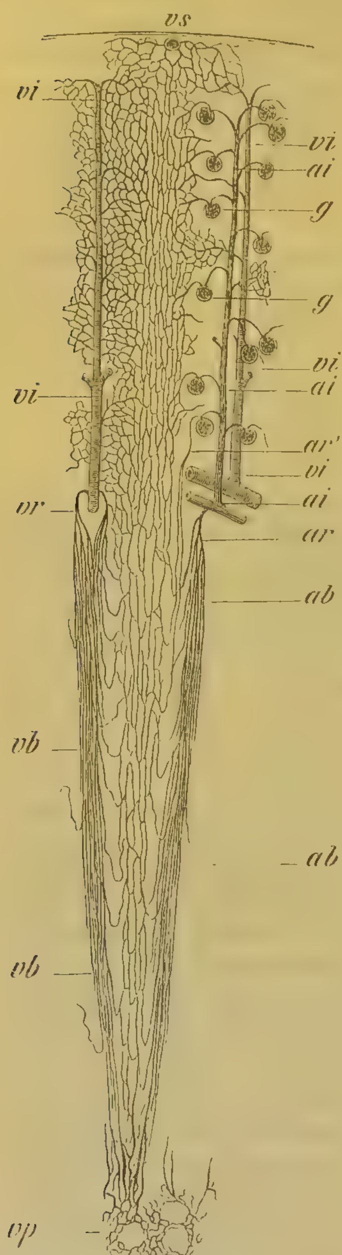


Fig. 150.

Ueber die Anordnung der Gefässe innerhalb des glomerulus selbst ist nur folgendes bekannt. Das vas afferens zerlegt sich unmittelbar nach seinem Uebertritt in die kugelige Höhlung des Harncanals in 4—8 Aestchen, welche möglichst auseinander und in grössten Bögen bis gegen den Urspsung des Canalhalses hindringen. Auf diesem Wege entlässt jeder Ast zahlreiche Zweige, welche letztere, wie es scheint, gegen das Centrum der Kapselhöhle hin allmählig zum vas efferens zusammenfliessen. — Die aus einem der Hauptzweige des arteriellen vas afferens hervor-

Fig. 150. Schema der Blutbahnen in der Niere. — *al* arteria interlobularis, welche zahlreiche vasa afferentia zu den glomerulis *g* schickt; das aus dem letztern hervorgehende vas efferens verläuft in der Rinde theils in das weitmaschige Capillarnetz der Markstrahlen, theils in das engmaschige der gewundenen Canäle. Aus diesen Netzen sammeln sich an den Rindenumfang die Venae stellatae *vs*. innerhalb des Labyrinthes der Rinde selbst die Venae interlobulares *vi*. In das Mark hinein gehen die art. rectae verae *ar*. aus der Nierenarterie und ausserdem die vasa efferentia derjenigen Glomeruli, welche das Mark umziehen. *ar'*. Aus dem Arterienbündel *ab*. welches die art. rectae bilden entspringen die Capillaren für die Harncanäle des Marks. Das Blut kehrt aus diesen Netzen durch die Venulae rectae zurück, von denen sich zahlreiche zu einem parallelstreifigen Bündel zusammenlegen *vb*. Die Aeste dieses Bündels sammeln sich zu einem Venenstämmchen *vr*., welches in eine grössere Nierenvene übergeht. — Um die Mündungen der Harncanäle auf der Papilla liegt das Venennetz *vp*.

gegangenen Capillaren vereinigen sich sehr häufig auch wiederum in einem gemeinschaftlichen Venenzweig, so dass eine der arteriellen Verzweigung entsprechende venöse Sammlung entsteht. Geschieht dieses, so zerfällt der glomerulus in einzelne Gefässlappen, die nur am Arterien- und Venenende zusammenhängen. — Obwohl der glomerulus nirgends an der Kapselhaut angewachsen ist, so wird doch keineswegs die Capillarenwand unmittelbar von dem flüssigen Inhalt der Kapsel umspült; dieses verhindert eine Lage nicht scharf abgrenzbarer mit kugeligen Kernen versehener Zellen, welche die Gefässwand aussen überzieht.

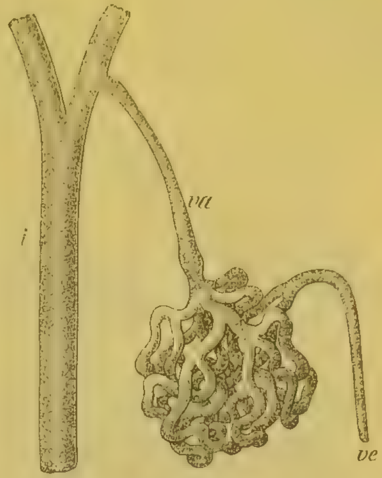


Fig. 151.

Das genauere Verhalten dieses Ueberzuges ist noch wenig bekannt; dem Anschein nach umspannt er ein jedes Läppchen, aus welchem sich der glomerulus zusammenzusetzen pflegt im ganzen, und heftet somit die einzelnen Gefässe desselben zusammen. Die Ueberzüge zweier benachbarten Läppchen hängen dagegen an dem äussersten Umfang derselben nicht zusammen; gehen dieselben ineinander über, so kann dieses nur an der Wurzel der Läppchen stattfinden.


Fig. 152.

Wir kehren zum vas efferens glomeruli zurück. Wenn dieses die Kapsel verlassen hat, so nimmt es zunächst seine Richtung gegen den zugehörigen Markstrahl, oder wo ein solcher fehlt, wie in der äussersten Rindenschicht, sogleich gegen die gewundenen Canalstücke und zerspaltet sich in eine Anzahl von Haargefässen, die sich sogleich nach ihrer Entstehung netzförmig verbinden. Da mit Ausnahme der unmittelbar an dem Marke gelegenen, sich sämmtliche vasa efferentia in ähnlicher Weise vertheilen, und da die Grenzgefässe aller der Capillarbezirke, welche von den benachbarten vasa efferentia ausgegangen sind, untereinander communiciren, so kommt durch die ganze Rinde hindurch ein fortlaufendes Capillarnetz zu Stande. Dieses letztere schliesst sich aber mit der Rinde nicht ab, sondern steht durch die Netze, welche die Markstrahlen umkleiden, auch mit den Capillaren des Markes selbst in Verbindung.

Die Maschen des Rindennetzes, welche sich auf den gewundenen Canal-

Fig. 151. Glomerulus aus der Katzenniere bei 300 f. chr. Vergrösserung *ai* arteria interlobularis; *va* vas afferens; *ve* vas efferens.

Fig. 152. Vertheilung des vas afferens in einen lappig gespaltenen glomerulus (aus der Schweinsniere.)

stücken finden, sind eng und nähern sich der Kreisform; diejenigen, welche den Markstrahl durchsetzen, sind weiter und nach der Richtung des Längsverlaufs der gestreckten Canälchen auseinander gezogen. Die Capillaren, welche dieses Netz zusammensetzen, sind nirgends mit den Harncanälchen verwachsen; überall bleiben zwischen den Wandungen der Blut- und Harngefässe spaltförmige und häufig mit Flüssigkeit erfüllte Räume.

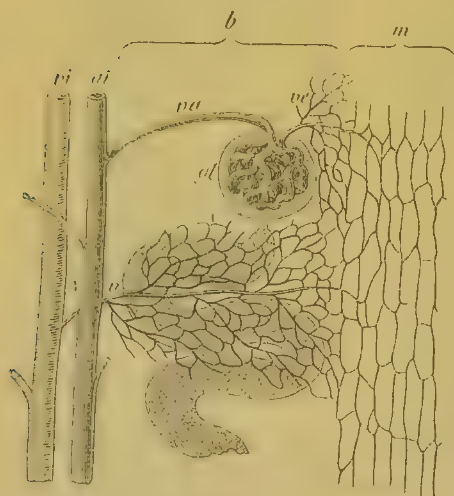


Fig. 153.

Aus den eben beschriebenen Capillaren fliessen in geringen Abständen Venen zusammen. Die kleinsten dieser Venen vereinigen sich rasch zu grösseren. In der äussersten der Gefässknäuel entbehrenden Rindenschicht geschieht die Zusammenstrahlung sternförmig (venae stellatae). Aus dem Centrum eines Sterns geht der gemeinschaftliche Stamm in die mit glomeruli und Markstrahlen versehenen Rindentheile über und lagert sich in der Nähe je einer art. interlobularis. Neben dieser läuft dann die einfache Vene gegen die Markrindengrenze und nimmt auf dem Wege dorthin sehr zahlreiche, kleine und grössere Venen auf, die aus den Capillaren des Rindennetzes entspringen. Die Venen sind innerhalb der Rinde immer so eingebettet, dass ihre Lichtung auch im blutleeren Zustand offen bleibt.

Blutgefässe des Markes. Das Blut, welches zum Marke hinfliesst, bewegt sich mit geringen Ausnahmen durch gestreckte Gefässstämmchen, arteriolae rectae; die sämmtlich von der Rindenseite her in das Mark eintreten (Fig. 150 *ar* und *ar'*). Den Namen der Arterien verdient nur ein Theil von ihnen im vollsten Wortsinn; ein anderer dagegen nur insofern, als er sein Blut in die Capillaren des Markes ergiesst, keineswegs aber der Structur seiner Wandung und seines Herkommens wegen.

Diejenigen unter den arteriolae rectae, welche der Structur ihrer Wand und ihrem Ursprunge nach wahre Schlagadern sind, gehen aus denselben Aesten der Nierenarterie hervor, welche auch nach der Rinde hin die arteriae interlobulares abgeben. Der andere Theil der arteriolae rectae, deren Wand keine Muskelringe trägt, sind nichts anderes, als die sehr gestreckten vasa efferentia derjenigen glomeruli, welche dem Marke zunächst liegen.

Sämmtliche arteriolae rectae, woher sie auch stammen mögen, wenden

Fig. 153. Verlauf der Blutgefässe im Körper der Rinde (Schematisch.) Raum des Markstrahls, *m*. Raum der bogig gewundenen Gänge *b*, *ai* Arteria interlobularis, *ri* Vena interlobularis, *va* vas afferens glomeruli, *ve* vas efferens glomerluli. *gl* glomerulus. *vz* Venenzweig der Interlobularvene.

sich nach ihrer Entstehung zunächst gegen die schlitzförmigen Räume, welche in der Grenzschicht des Markes zwischen den Harncanalbündeln vorkommen.

Viele der Stämmchen spalten sich jedoch schon vor ihrem Eintritt in die genannten Räume in mehrere Aestchen, dort angelangt setzen sie ihre Theilung weiter fort, wobei sie ihren Verlauf in der Richtung nach den Papillen hin festhalten. Hierdurch entsteht also aus dem Stamm einer jeden arteriola recta ein Büschel paralleler Arterien. Wo die Gefässe dieses Büschels, an die convergirenden Bündel aus Harncanälen stossen, lösen sie sich in Capillaren auf, die sich in Netzen um die Harncanäle schlingen. Da wegen der fortschreitenden Verengerung des Schlitzes eine Arterie nach der andern zu jener Berührung gelangt, so löst sich auch eine nach der andern in Capillaren auf. Somit nimmt gegen die Papille hin die Zahl der arteriolae stetig ab, bis endlich an der letzteren selbst nur eine oder wenige übrig bleiben, welche sich auf der Papille selbst capillar vertheilen.

Das Capillarnetz, welches die Harncanäle des Markes umgreift, ist weitmaschig und steht, wie erwähnt, da, wo es an die Rinde grenzt, in ununterbrochenem Zusammenhang mit den Capillaren dieses Rindenabschnittes.

Dieser soeben geschilderten Einrichtung gemäss ist der Blutstrom, der zum Marke hingeht, theilweise unabhängig von demjenigen der Rinde; denn dasselbe könnte auch dann noch Blut erhalten, wenn selbst die Rindenarterien vollkommen geschlossen sind; andrerseits ist das Mark aber auch wieder abhängig von dem Strom in der Rinde, da dasselbe mindestens einen Theil des Blutes aufnehmen muss, welches durch die vasa efferentia derjenigen glomeruli abströmt, aus denen arteriolae rectae hervorgehen. — Das aus den glomerulis kommende Blut muss jedoch nicht jedesmal seinen Weg durch das Mark nehmen, da der Fall nicht selten ist, dass ein vas efferens, welches einen Beitrag zu den arteriolae rectae giebt auch noch vor dem Entstehen dieser letzten, Aestchen zu den gewundenen Canälen entlässt, die sich in derselben Weise zu Capillaren umgestalten, wie es andern Orts in der Rinde geschieht.

Die Venen des Markes laufen in denselben Spalten, welche auch die Arterien aufnahmen. Die Structur ihrer Wand zeichnet sich vor derjenigen anderer gleich grossen Venen dadurch aus, dass ihre Endothelzellen nach der Längsrichtung des Gefässes ausserordentlich weit ausgezogen sind. Dieses geschieht zuweilen in einem solchen Grade, dass die Wände aussehen, als seien sie aus Fasern gewebt. Ihrem Verlauf nach verhalten sich die venulae rectae den gleichnamigen Arterien insofern gleich, als die einzelnen Stämmchen, welche durch den Zusammenfluss eines kleinern Capillarenbezirkes entstanden sind, nicht alsogleich zu grösseren Stämmen sich vereinigen, sondern dass sie bis in das Rindenende der Grenzschicht selbständig bleiben. Da nun auf der Papille schon ein kleines Venengeflecht um die Oeffnungen der ductus papillares vorkommt, das seinen hauptsächlichsten Abfluss durch das Mark hindurch nimmt, so gehen schon von der Papille aus einige wenige Venenstämmchen aufwärts. An diese legen sich bei ihrem Fortgang durch den

Spaltraum alsbald andere an, die aus den Capillaren der papillaren Harncanalbündel entspringen und an diese wieder andere, welche aus den etwas höher gelegenen Capillaren kommen etc. Durch den stetigen Zuwachs, den hierdurch die Zahl der Venen in der Richtung von der Papille bis zur Rinde hin empfängt, steigt dieselbe in der Rindengrenze eines Spaltraums allmählig bis auf 15 bis 20 an (venulae rectae, Fig. 155 *vr.*)

Da die Venen die Arterien nicht allein an Zahl, sondern auch an Durchmesser überragen, so wird der Zwischenraum, der im Marke die Harncanalbündel trennt, vorzugsweise durch Venen ausgefüllt. Innerhalb des Markes selbst anastomosiren die einzelnen, in einem Bündel zusammenliegenden Venen sehr häufig schlingenförmig untereinander. Sind die Bündel an der Rinde angelangt, so fliessen die bis dahin isolirten Venen rasch zu mehreren grösseren Stämmchen zusammen, die in die grossen Venen der Rinde eintreten; hierbei gilt als Regel, dass an einem jeden der Harncanalbündel, welche einen Spaltraum umgrenzen, ein Stämmchen entsteht, welches die kleinen Venen der Umgebung sammelt, so dass also jedes Venenbündel durch mindestens so viel Stämmchen in die zunächst gelegenen grossen Venenäste ausmündet, als Harncanalbündel um den Spaltraum gelegen sind.

Ueber das Verhältniss, in welchem die Blut- und Harngefässe des Marks zu einander liegen, ist noch zu erwähnen, dass die in der Achse des Spaltraums emporstrebenden Venen ausser jeder Berührung mit dem Sammelröhren kommen, und dass sie um so weiter von ihnen abstehen, je mehr sie sich der Rindengrenze nähern. Anders als gegen die Sammelröhren verhalten sie sich dagegen zu den Schleifenschenkeln; die absteigenden Schleifenschenkel treten nämlich in den obern Theilen der Grenzschicht zwischen den Venenbündeln durch, wenn sie aus der Region der gewundenen Canäle zu den Bündeln der ausgestreckten Markcanäle hinsteigen.

G e f ä s s e d e r s e h n i g e n N i e r e n h ü l l e. Auf und in dieser sehnigen Haut verbreitet sich ein weitmaschiges Capillarnetz, wie es in den Fascialhäuten vorzukommen pflegt. Dieses bezieht seinen Zufluss theils aus den wenigen art. interlobulares, welche sich nicht vollständig in die vasa efferentia der glomeruli auflösen, und theils aus den Endästen einiger umgebenden Arterienstämme wie der art. phrenica, lumbalis, suprarealis. — Aus den Capillaren gehen Venen hervor, welche theils in die Sternvenen der Nierenrinde, theils auch in andere ausserhalb der Niere gelegene venöse Stämme übergehen. Die letzteren begleiten in doppelter Anzahl die von aussen her kommenden Arterienzweige.

L y m p h g e f ä s s e. Bekanntlich kommen sowohl aus dem Hilus wie aus der sehnigen Hülle der Niere Lymphgefässstämme und Stämmchen hervor. — Die am Hilus austretenden lassen sich an den grösseren Stämmen der Blutgefässe verfolgen; über ihren Ursprung ist nichts bekannt. — Die Stämmchen der sehnigen Hülle kommen, wie eine sorgfältige Injection derselben lehrt, aus einem Netz kleinerer Lymphgefässe hervor, die zwischen den Faserbündeln

der Sehnenhaut liegen. Wenn dieses Netz unter einem selbst sehr mässigen Druck ausgespritzt wird, so geht die Masse auch in das Nierenparenchym über und dringt in die Spalträume ein, welche die gewundenen Rindencanäle von einander trennen. Nicht minder leicht füllen sich neben den Stämmen im Hilus auch die Stämmchen der Kapsel, wenn durch Harnstauung die Spalten der Niere mit Flüssigkeit ausgefüllt sind. Dieser leichte Uebergang der Flüssigkeiten aus einem Hohlraum in den andern fordert die Anwesenheit bestimmter anatomischer Einrichtungen; worin dieselben bestehen, ob sie dauernd oder nur zeitweilig die Communication der Spalten und der Lymphgefässe begünstigen, ist unbekannt.

Das Bindegewebe der Niere zeigt nicht überall dieselbe Zusammensetzung; die sehnige Kapsel, die nächste Umgebung der grossen Blutgefässe in dem Papillartheil des Markes weisen vorzugsweise fibrilläres, das Labyrinth der Rinde und die Grenzschicht des Markes vorzugsweise zelliges Bindegewebe auf. — Das faserige Flechtwerk, aus dem die sehnige Nierenhülle gewebt ist, liegt am dichtesten gegen die freie Oberfläche hin. Aus seinen innersten, die Niere unmittelbar begrenzenden Lagen gehen zahlreiche, aber sehr feine Fädchen zwischen die Formelemente der Rindenmasse; diese und die durchtretenden Blutgefässe vermitteln den allerdings lockeren Zusammenhang zwischen dem Nierenparenchym und der Sehnenhaut. — Zwischen den bogig gewundenen Canalstücken fehlt das streifige Bindegewebe. Abgesehen von den schon erwähnten äussersten Umfangsschichten machen hievon eine mindestens sehr häufige Ausnahme die Umgebungen der Nierenkörner und insbesondere derjenigen, welche dem Mark zunächst liegen. Um sie liegt oft ein faseriges Bindegewebe. Im Uebrigen liegen zwischen den Blutcapillaren und Harncanälen des Labyrinthes nur einzelne, kleine, spindelförmige Zellen und zwar so, dass die Längsachse ihrer Kerne zu derjenigen der Harncanäle senkrecht steht. Diese Zellen heften jedoch in keiner Weise weder die Windungen der Harnschläuche aneinander, noch auch diese an die Blutgefässe fest, was sich aus der Betrachtung einer Niere ergiebt, die mit acutem Oedem und mit Harnstauung behaftet ist. Bei einer solchen Niere ist die Rinde um ein beträchtliches grösser, als die des gegenüberliegenden gesunden Organs, also müssen sich die Schlauchwindungen merklich gestreckt haben; ausserdem sieht man auf Schnitten die Blutcapillaren und die Harngefässe um ein bedeutendes auseinandergetreten. — Die Räume zwischen den Röhren des Markes werden in der unmittelbaren Nähe der Papille durch ein deutlich streifiges Bindegewebe ausgefüllt, das in concentrischer Anordnung die Harncanäle umzieht; je weiter man gegen die Grenzschicht hindringt, um so zarter wird das streifige Gefüge und um so zahlreicher treten die zelligen Elemente auf, welche aus ihrem spindel- oder sternförmigen Körper Fäden von oft bedeutender Länge aussenden.

Die Nerven dringen mit den Gefässstämmen in die Niere; auf ihrem Verlauf sind sie mit wenigen Ganglien besetzt. Ueber die Nervenendigung

hat uns die anatomische Untersuchung noch keinen Aufschluss gewährt. Aus den Erfolgen der Reizung geht hervor, dass sie sowohl Fasern enthalten, welche die Empfindung vermittlen, wie auch solche, welche die ringförmigen Muskeln der kleinern Arterien verkürzen.

Geschichtliches. Anatomie der Harncanälchen an der Säugerniere. Die gestreckten Harncanälchen des Markes kennt man seit dem 17. Jahrhundert (Bellini), die gewundenen der Rinde seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts (Ferrein). In rascherer Folge entwickelten sich unsere Kenntnisse in den letzten 30 Jahren an der Hand folgender Methoden: 1) durch Vergleichung des leicht entwirrbaren Baues der Nieren niederer Wirbelthiere (Bdellostoma durch J. Müller, Coluber durch Bowmann) mit denen der Säuger. — 2) Durch eine genauere Anpassung der schon früher geübten künstlichen Injectionen an die Bedingung der Niere. Zuerst tritt die Anwendung des atmosphärischen Drucks auf (Huschke). Nun folgen der Gebrauch leichtflüssiger Massen (Carmin-Leim von Gerlach, Glycerin-Berlinerblau von Henle) und endlich die Anwendung eines nach Zeit und Stärke genau zu regelnden Druckes (C. Ludwig). — 3) Durch die Auffindung von Mitteln, welche das Bindegewebe und die Blutgefässe auflösen, die Harncanälchen aber unangegriffen lassen. Isaacs erreichte dieses Ziel durch Kochen der Nierenstückchen in sehr verdünnter Schwefelsäure, in Phosphor-, Chrom-, Bor-, Wein- und Citronensäure, oder auch durch Kochen in Chloroform (?); Henle führte kalte, concentrirte Salzsäure ein und Schweigger-Seidel ermittelte die beste Verwendungsweise derselben; C. Ludwig fand es vortheilhafter, die Nierenstückchen in einer mit viel Alkohol versetzten Salzsäure zu kochen und sie dann tagelang in destillirtem Wasser auszuwaschen. 4) Durch eine genauere Vergleichung der Wandstructur in verschiedenen Stellen derselben Niere (Henle). — Hierdurch wurde der Reihe nach gefunden, dass der von J. Müller entdeckte häutige Ueberzug des glomerulus als das blinde Ende des Harncanals durch den Hals in die bogig gewundenen Canäle übergeht, Bowmann, Gerlach. Danach zeigte Isaacs, dass sich der bogig gewundene Harncanal an der Rindengrenze zuspitze und später Henle, dass der feine Canal nach seinem Eintritt in das Mark dort schleifenförmig umbiege; gleichzeitig fand derselbe Beobachter, dass die weiten, aus der Papillentheilung hervorgegangenen Canäle an dem Ende des Markstrahles eine zweite Theilung erfahren. Die Verbindung zwischen den Aesten des Sammelrohrs und dem aufsteigenden Schleifenschenkel ward durch C. Ludwig und Zawarykin nachgewiesen. Durch Schweigger-Seidel endlich wurde das Schaltstück als ein constanter Bestandtheil des Canalverlaufs erkannt.

Die genauere Kenntniss vom Baue der Canalwand beginnt mit Henle; er wies die Anwesenheit der Grundhaut, des trüben Epitheliums in den gewundenen, des klaren in den gestreckten Canälen nach; v. Wittich erkannte den Mangel einer Zellenmembran in den Epithelien der bogig gewundenen Schläuche;

Roth deckte die Zusammensetzung der Kapseln aus Endothelzellen auf, und Steudener die eigenthümliche Gestalt der Epithelzellen im aufsteigenden Schleifenschenkel.

Der Verlauf des grössten Theils der Blutgefässe konnte von dem Augenblick an ohne Schwierigkeit erkannt werden, als man sich statt der bisher verwendeten Harz- und Wachsmassen des Leims bei der Injection bediente. Nur einzelne Verhältnisse boten Schwierigkeiten; so namentlich die Aeste der art. interlobulares, welche zwischen den glomerulis unmittelbar in das Netz übergehen, welche die Harncanäle umspinnt; sie wurden von Toynbee, Isaacs und Schweigger-Seidel als ein allgemeiner Bestandtheil der Säugethierniere erkannt; die arteriolae rectae verae entdecten unabhängig von einander R. M. Donnel und Virchow.

Das streifige Bindegewebe des Nierenmarks erwähnt zuerst Goodsir; die der Rinde eigenthümlichen Zellen Beer; die Zellen desselben Schweigger-Seidel.

Literatur.

Huschke. Lehre von den Eingeweiden. Leipzig 1844. Giebt in grosser Vollständigkeit die ältere Literatur. — Bowmann und Todd. physiological anatomy, London 1859. Bd. II. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre, 1867.

Gerlach. Müller's Archiv, 1845 und 1848. — v. Wittich. Archiv für patholog. Anatomie, 1849. — C. E. Isaac's. Journal de la Physiologie, Bd. I, 1858. — Virchow. Archiv für patholog. Anatomie, Bd. 12. Beer. Die Bindesubstanz der Niere im gesunden und kranken Zustande, Berlin 1859. — Henle. Zur Anatomie der Nieren. Abhandlungen der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen, Bd. 10. — C. Ludwig mit Zawarykin. Wiener akademische Sitzungsberichte, Bd. 48. — Roth. Untersuchungen über die Drüsensubstanz der Niere, Bern 1864. Dissert. — F. Steudener. Nonnulla de penitiore renum structura, Halle 1864. Dissert. — Schweigger-Seidel. Die Niere des Menschen und der Säuger, Halle 1865. — Axel Key. Om Circulationsförhållandena i Njurarne, Stockholm 1865. — Hüfner. Zur vergl. Anatomie und Physiologie der Harncanälchen, Leipzig 1866. Dissert. — J. Duncan. Ueber die Malpighi'schen Knäuel in der Froschniere. Wiener akademische Sitzungsberichte, Bd. 56. — Ch. F. Gros. Essai sur la structure microscopique du rein. Strassburg 1868.

Capitel XXII.

Die Nebennieren.

Von

C. J. Eberth.

Bei den Fischen liegen die Nebennieren als stecknadelkopf- bis linsengrosse, paarige oder mehrfache Körperchen an der Vorder- oder Rückenfläche der Nieren. Zu den Nebennieren rechnet LEYDIG auch rundliche, den sympathischen Ganglien und Gefässen aufgelagerte Körper der Selachier.

Bei den Batrachiern, den geschwänzten wie den ungeschwänzten, bilden die Nebennieren kleine, gelbliche, an der Vorderfläche der Niere auf den venae renales revehentes gelegene Körner.

Bei den Sauriern liegen die Nebennieren als gelbliche Körper an den venae renales revehentes nahe ihrer Mündung in die untere Hohlvene. Bei den Schlangen finden sie sich an der inneren Seite der Geschlechtsdrüsen auf der ebengenannten Vene. Die Nebennieren der Chelonier behaupten die gleiche Lage wie jene der Batrachier, und die der Vögel liegen am oberen Rand der Nieren, unmittelbar an der Hohlvene.

Parenchym. Die Nebennieren bestehen aus zweierlei Zellenmassen, die man als Rinden- und Marksubstanz unterscheidet. Für die Säugethiere ist diese Bezeichnung, da sie zugleich das Verhältniss jener angiebt, passend, für die übrigen Wirbelthiere entspricht sie nicht, weil hier die beiden Substanzen nicht geschichtet sind, die Rindensubstanz in das Innere, die Markmasse bis zur Oberfläche vordringt.

Die Nebennieren der Fische (Aal) sind aus rundlichen Haufen eckiger und leicht sternförmiger, bald einfach, bald mehrfach geschichteter Zellen zusammengesetzt. Im Innern dieser Zellgruppen findet sich meist eine unregelmässige Höhle.

Ob den Nebennieren der Fische eine Marksubstanz zukommt, ist noch zu prüfen.

In den Nebennieren der Batrachier, Saurier, Chelonier und Vögel sind Rinde und Mark nicht wie bei den Säugethieren in Schichten angeordnet. Beide Substanzen bilden vielmehr neben und übereinander gelagerte rundliche Haufen oder verästelte Stränge und Cylinder.

Bei den Batrachiern stellen die oberflächlichsten Partieen derNebennieren solide, rundliche und längliche Gruppen polygonaler mit Fetttröpfchen gefüllter Zellen dar. Dieselben entsprechen der eigentlichen Corticalsubstanz. Die Markmasse, die viel spärlicher entwickelt ist, als bei anderen Thieren, wird hier nur durch vereinzelte polygonale Zellen und kleine Haufen solcher repräsentirt, welche den Rindenpartieen aufgelagert sind. In der Tiefe besteht die Rindensubstanz aus verästelten und anastomosirenden Zellen-Strängen, welche mit ähnlichen Bildungen aus Markmasse sich kreuzen. Die Stränge sowohl wie die Zellenhaufen entbehren einer Membrana propria.

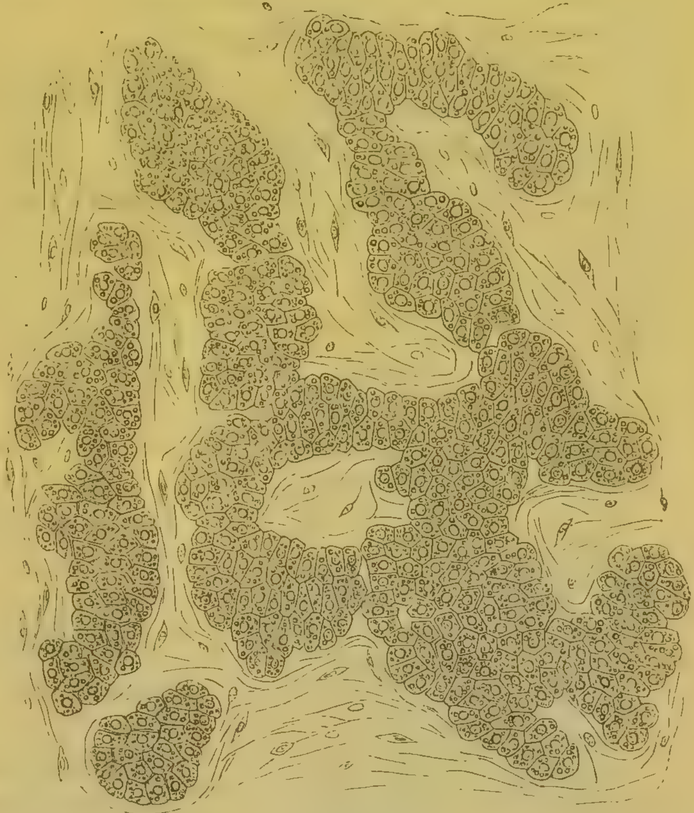


Fig. 154. Haufen und Stränge der Rindensubstanz aus der Nebenniere des Frosches.

Aehnlich sind die Verhältnisse bei den Sauriern und Cheloniern.

Die Durchflechtung der verästelten Rinden und Markstränge ist noch ausgesprochener bei den Vögeln. Statt der soliden Stränge finden sich cylindrische Schläuche mit engem Lumen, die aber ebensowenig wie bei den Kaltblütern ein geschlossenes Netz bilden, sondern häufig blind enden. Die Zellen dieser Schläuche sind in den corticalen Partieen schmale Cylinder mit excentrischem Kern, in den medullaren mehr polymorphe, meist cylindrische und polygonale Elemente.

Bei den Säugethieren sind die beiden Substanzen in Schichten angeordnet. Die äussere oder Rindensubstanz ist von graugelber, oder, wenn sie sehr fettreich ist, von weissgelber Farbe und radiärem Bruch. Sie umgiebt in Form einer Kapsel die innere, graue Markmasse. In diese dringen mitunter

kleine Abschnitte der Rinde mit den grösseren Gefässen ein. Den schmalen Randpartieen fehlt das Mark. Die innersten Rindenlagen beider Seiten stossen hier zusammen und bilden einen einfachen bräunlichen Streifen.

Die accessorischen Nebennieren, die häufig in grösserer Zahl unmittelbar an dem Hauptorgan als kleine gelbe Körner sich finden, sind abgeschnürte, mit einem gefässreichen Bindegewebskern versehene Portionen der Rinde.

Bei dem Menschen tritt durch Fäulniss eine Erweichung der innersten Rindenschichte ein. Zwischen Mark und Rinde findet sich dann eine mit einem braunen Brei, der aus Blut und zerfallener Rindensubstanz besteht, gefüllte Höhle.

In der Rinde lassen sich zwei bis drei Schichten unterscheiden. Im letzteren Fall findet sich eine äussere und innere Lage rundlicher Zellenhaufen (Parenchymkörper), getrennt durch eine Schichte cylindrischer Zellenstränge (Rindencylinder, Rindenstränge). Dieses ist der Fall bei dem Menschen, Schwein, Hund, Igel und Meerschweinchen.

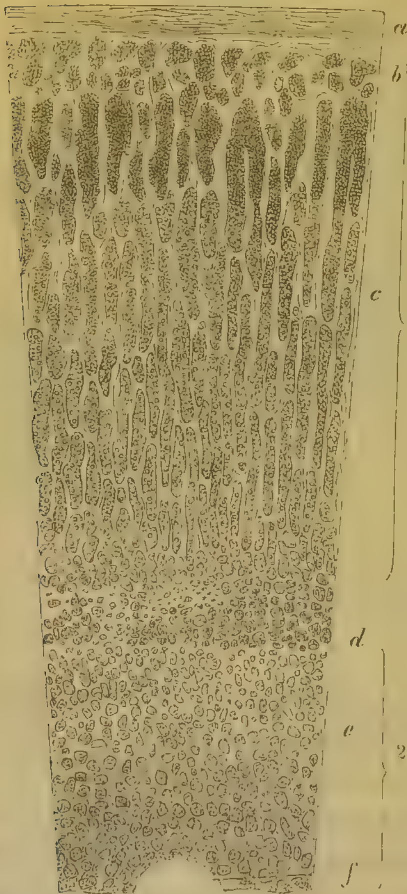


Fig. 155. Senkrechter Schnitt durch die Nebenniere des Menschen. 1 Rinde, 2 Mark. *a* Kapsel. *b* Schichte der äusseren Zellenhaufen. *c* Schichte der Zellenstränge (Zona fasciculata). *d* Schichte der inneren Zellenhaufen. *e* Marksubstanz. *f* Venendurchschnitt.

Bei anderen Thieren fehlen die äusseren Zellenhaufen, die Rindencylinder stossen unmittelbar an die umhüllende Kapsel und gehen nach unten über in die Lage der inneren Zellenhaufen. (Rind, Pferd, Katze, Kaninchen, Maus.)

Diese verschiedenen Blätter sind aber keineswegs so scharf gegen einander abgegrenzt, wie die Markmasse gegen die Rinde. Während bei der ersten Gruppe insbesondere beim Menschen die äusserste Lage noch am deutlichsten von der zweiten sich abhebt, ist die Grenze dieser gegen die innerste ganz verwaschen.

Die äusseren wie die inneren Zellenhaufen bestehen aus vereinzelten oder zu Gruppen vereinten polygonalen und rundlichen, einkernigen Protoplasmaballen. Die innerste Lage erscheint beim Rind als eine ziemlich gleichmässige Infiltration des Stromas mit polygonalen Zellen. Bei manchen Thieren (Mensch und Kaninchen) scheinen die einzelnen Zellen oft zu einer einzigen Masse zusammengeflossen. Die äusseren Zellengruppen des Hun-

des sind längliche und hufeisenförmige, aus Cylinderzellen bestehende Haufen.

Die Rindenstränge stellen längliche, cylindrische Zellenhaufen dar. Da sie dicht hinter- und nebeneinander liegen, erscheint deshalb die Rinde in etwas dickeren Schnitten und bei schwacher Vergrösserung aus langen, parallel laufenden Strängen gebildet (Mensch). Unter der Kapsel communiciren viele Stränge durch kurze Schleifen (Mensch). Auch im weiteren Verlaufe scheinen dieselben mitunter zu anastomosiren.

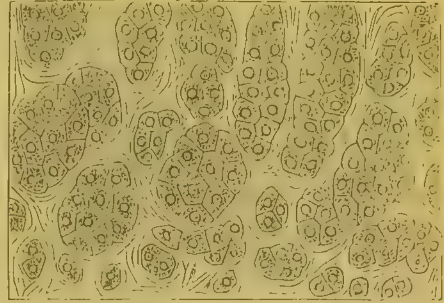


Fig. 156. Zellen und Zellenhaufen der äussersten Corticalschicht der menschlichen Nebenniere.

Die zelligen Bestandtheile sind die gleichen wie in der äussersten Lage, nur sind dieselben bei manchen Thieren constant, beim Menschen mitunter von grösseren und kleineren Fetttröpfchen durchsetzt.

Die innersten Zellen der inneren Rindenlage des Menschen sind durch ihre gelbliche Farbe ausgezeichnet.

Bei jenen Thieren, welche der äusseren Zellenhaufen entbehren, bilden die oberflächlichen Rindenstränge kürzere, miteinander öfter anastomosirende, rundliche und cylindrische Haufen (Rind), oder sind Cylinder, die unter der Kapsel durch kurze Bogen in einander übergehen (Kaninchen, Maus, Katze). Die Rindenstränge des Pferdes sind schmale Bänder und Rinnen, die nach Aussen durch allmählige Vereinigung ihrer Ränder in blind geschlossene Hohlcylinder sich umwandeln (Kölliker, Eberth).

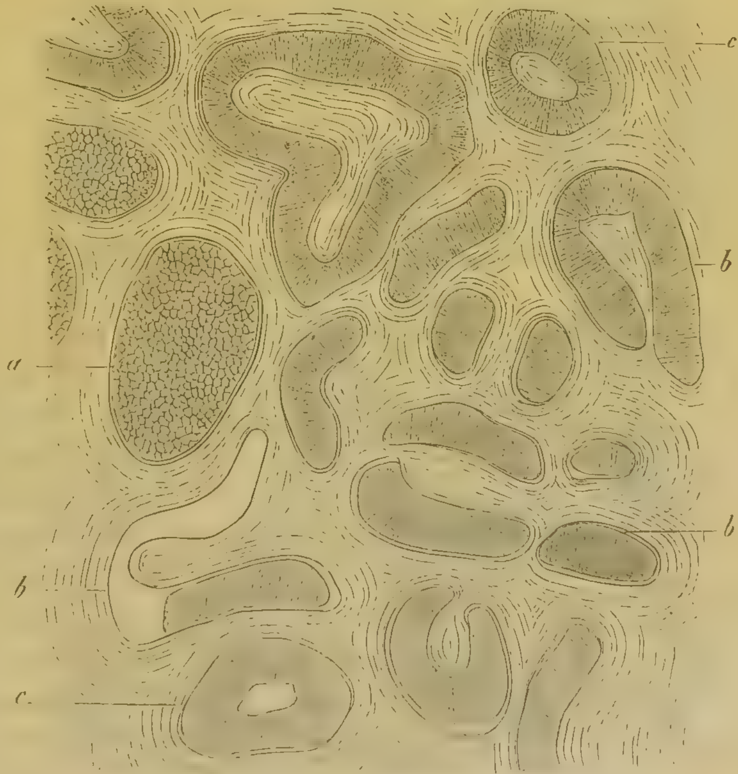


Fig. 157. Horizontalschnitt durch die äussersten Rindenpartieen der Nebenniere des Pferdes. *a* Geschlossene Cylinder von der Fläche. *b* Rinnenförmige und cylindrische Rindenstränge. *c* Stroma.

Die Zellen der Rindenstränge sind bei dem Rind leicht cylindrisch oder polygonal, erstere mit dem Längsdurchmesser senkrecht zum Radius gestellt, bei dem Kaninchen sind dieselben vieleckig und bei dem Pferd bilden sie schmale Cylinder.

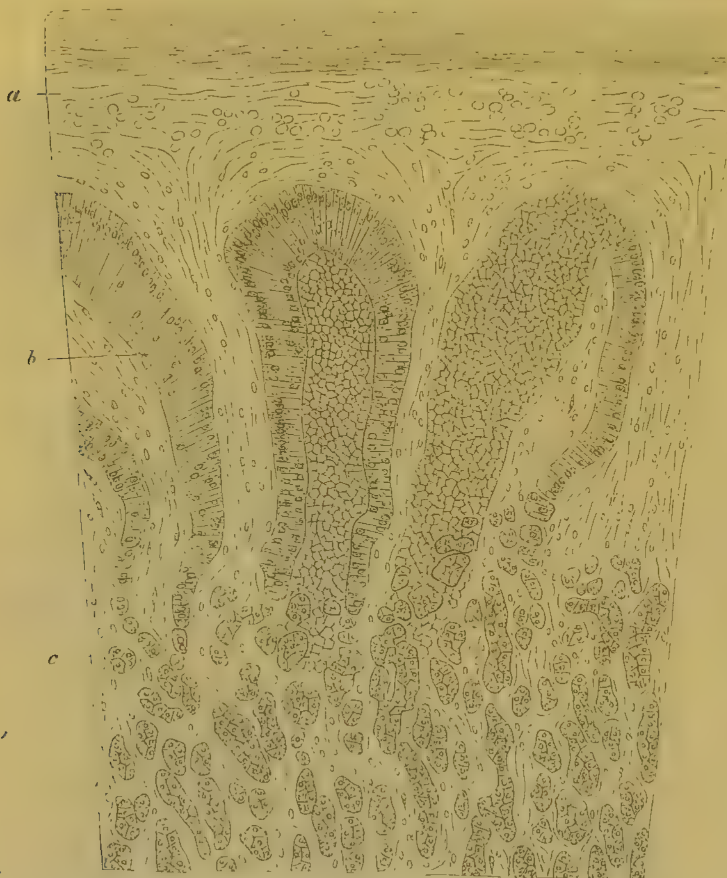


Fig. 158. Senkrechter Schnitt durch die Rinde der Nebenniere des Pferdes. *a* Kapsel. *b* Zellenstränge. *c* Zellenhaufen.

Beim Menschen sowohl wie bei anderen Thieren finden sich manchmal in den rundlichen wie cylindrischen Zellenhaufen centrale, unregelmässige Spalten. Niemals sind mir mit Epithel ausgekleidete Blasen vorgekommen, wie sie Grandry beschreibt.

Mark. Zwischen den weiten, engmaschigen Markgefässen bleibt ein schwammiges Gewebe aus einer zarten Bindesubstanz, welche die Markzellen trägt. Diese liegen bald isolirt, aber häufiger in rundlien Gruppen (Mensch), oder bilden netzförmige Stränge (Rind, Pferd, Schwein, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Maus, Igel). Ausläufer dieser Stränge erstrecken sich mitunter in die Rinde, ja es finden sich auch an der Oberfläche kleine Gruppen von Markmasse.

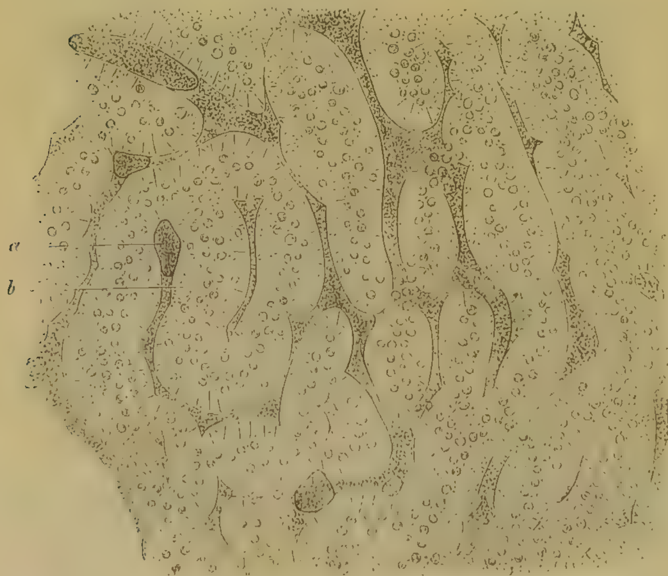


Fig. 159. Senkrechter Schnitt durch die Marksubstanz der Nebenniere des Rindes. *a* Blutgefässe. *b* Stränge der Markzellen.

Die Zellen des Markes sind sehr vielgestaltig und

zart. Beim Menschen sind sie sternförmig und polygonal, beim Schwein oft cylindrisch, beim Pferd und Rind sind sie oft kaum zu erkennen, statt ihrer trifft man eine feinkörnige Masse mit central oder excentrisch gelegenen Kernen, oder daneben cylindrische und sternförmige mit einander anastomosirende Zellen.


Fig. 160. Markzellenstrang der Nebenniere des Rindes.

Durch Lösungen von chromsaurem Kali werden die Markzellen intensiv gelb und braun gefärbt, während die Rinde unverändert bleibt oder höchstens leicht gelb, wie andere Gewebe, tingirt wird. Diese Reaction, die in gleicher Intensität bei den verschiedensten Thieren sich findet, wird durch Einwirkung von Alkohol vereitelt. Sie leistet wesentliche Dienste zur Unterscheidung der corticalen und centralen Zellen, wo weder durch die Form noch durch die Anordnung derselben eine genaue Trennung beider Substanzen möglich ist.

Beim Menschen erfolgt nur eine leichte Bräunung gegenüber der intensiven Färbung bei dem Rind, Schwein, Hund, der Katze, dem Igel, Meerschweinchen, Kaninchen, der Maus und Ratte, der Taube, Ente, dem Huhn, der Schildkröte und Eidechse, dem Frosch und Salamander. Von Nebennieren der Fische standen mir leider nur Weingeistpräparate zu Gebote.



Fig. 161. Aus der Nebenniere des Frosches. *a* Rindezellenhaufen. *b* Markzellen.

Gerüste. Von der bindegewebigen Kapsel gehen gröbere Fortsätze in die Tiefe und trennen einzelne Parenchymbezirke ab (Rind). Sie hängen seitlich mit den lateralen Fortsätzen feinerer Bindegewebspfeiler zusammen, die wieder unter sich anastomosiren. Zwischen diesen Balken bleiben rundliche und längliche Räume frei, welche von den Zellenhaufen und Strängen ausgefüllt werden.

Bei dem Rind lösen sich die stärkeren Bindegewebspfeiler bald in ein sehr zartes Gerüste mit gleichgrossen, eckigen Maschen auf, deren jede eine Zelle birgt.

Noch spärlicher als in der Rinde ist das Stroma im Marke. Hier dient es nur als Umhüllung der Zellengruppen.

Eigentliche Membranen um die Zellenhaufen der Rinde und des Markes, wie sie von Grandry, Henle und Anderen angenommen werden, finde ich nicht, selbst nach Maceration in Säuren und Alcalien. Vermuthlich sind die feinen membranösen Bindegewebssepta oder die Wandungen der Blutgefässe, welche oft unmittelbar an die Zellen-Haufen stossen, für die Membranen dieser letzteren gehalten worden.

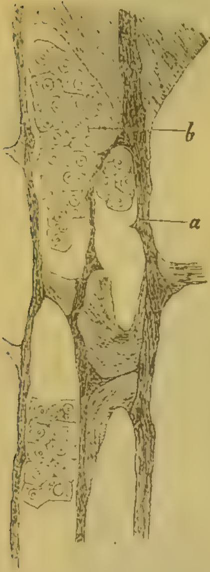


Fig. 162. *a* Bindegewebspfeiler der äussersten Corticalschicht aus der Nebenniere des Ochsen. *b* Parenchymzellen.

Blut- und Lymphgefässe. Die Nebennieren gehören zu den gefässreichsten Organen. Ihr Blut beziehen sie von der Arteria phrenica, coeliaca, Aorta und renalis. Einige Aeste dieser Gefässe dringen durch die Kapsel mit den Fortsätzen dieser in die centrale Markmasse ein, andere bilden schon in der Kapsel ein weitmaschiges Capillarnetz, und viele gehen, nachdem sie diese durchsetzt und in feinere Zweige sich aufgelöst haben, in die Capillaren der Rinde über.

Die Venen kommen aus dem Mark und ergiessen sich in die centrale grosse Vene, welche durch den Hilus das Organ verlässt, um zur Cava inferior zu gelangen. Kleine paarige Venen treten die Arterien begleitend durch die Rinde und münden in die Venae phrenicae, renales und die Cava inferior. Nach Arnold entspringen sie in der mittleren Corticalschichte (Zona fasciculata).

Die Arterien lösen sich in der äussersten Corticalschicht in ein Capillarnetz auf, dessen rundliche Maschen die Zellenhaufen (Parenchymkörper) einnehmen. In der zweiten Zone bilden diese Gefässe durch kurze Queranastomosen verbundene, radiär gestellte Maschen, um darauf in der innersten Schichte in analoger Weise wie in der äussersten sich zu vertheilen.

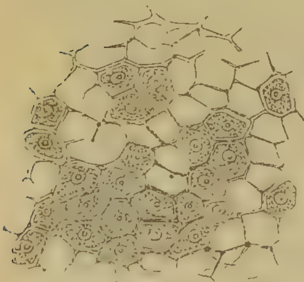


Fig. 163. Feines Gerüste aus der innersten Corticalschicht der Nebenniere des Ochsen mit einzelnen Parenchymzellen.

Arnold unterscheidet in der äussersten Rindenlage noch Gefässknäuel. Ich habe mich ebensowenig wie Kölliker von ihrem Vorkommen überzeugen können. Die Verschiedenheit der Rindenstructur lässt übrigens eine gewisse Mannichfaltigkeit der Gefässvertheilung vermuthen.

Die Markgefässe nehmen ihren Ursprung aus den Capillaren der innersten Rindenschichte. Sie stellen ein engmaschiges Netz ungleich weiter, häufig stark dilatirter Gefässe dar, die ihr Blut in die Nierenvene entleeren. Die centralen Theile des Marks werden nach Arnold auch von Arterien gespeist, welche in den Bindegewebspfeilern verlaufend mit den Capillaren des Markes communiciren.

Sowohl die engeren corticalen, wie die weiten Capillaren des Markes sind sehr dünnwandige, nur von dem Endothelrohr gebildete Canäle. Sie liegen unmittelbar den Parenchymkörpern an und sind mit dem spärlichen Stroma so fest verwachsen, dass sie schwer isolirt darzustellen sind. Es hat dieses Verhalten schon zur Annahme wandungsloser Blutbahnen geführt.

Lymphgefässe. Ausser den einzelnen Stämmchen, welche Ecker, Kölliker, Arnold an der Oberfläche gesehen, unterscheidet Letzterer noch tiefe Gefässe. Ausgebuchtete, dünnwandige Hohlräume, welche Moers im Inneren der Drüse neben den Arterien beobachtete, möchte derselbe als Durchschnitte von Lymphröhren betrachten.

Nerven. Die Nebennieren sind reich an Nerven. Diese stammen aus dem Ganglion semilunare, dem Plexus renalis, dem Phrenicus und Vagus und treten am inneren und unteren Rand in das Innere. Sie vertheilen sich vorzugsweise in der Marksubstanz, wo sie vielfach sich kreuzende kräftige Stränge und seltener zarte Geflechte bilden. Bi- und multipolare Ganglien finden sich häufig theils isolirt, theils in grösseren Gruppen in den Marknerven an den Theilungsstellen (Holm, Eberth). Seltener sind Ganglienzellen in der Rinde. Die Nerven sind schmale, dunkelrandige Fasern.

Es ist noch zweifelhaft, ob die Nerven im Innern des Organs endigen oder nur als ein endloser Plexus dasselbe durchsetzen.

Unwahrscheinlich ist die nervöse Natur jener Zellen, die beim Ochsen an der Grenze zwischen Rinde und Mark und in diesem haufenweise die Nerven begleiten. Diese Elemente sind kleiner als die ächten Ganglienzellen, aber etwas grösser und glänzender als die Zellen der Rinde, eckig und ohne Ausläufer. Sie färben sich etwas rascher als die corticalen Zellen in Carmin (Holm, Eberth) und werden nicht wie die des Markes durch chromsaures Kali gebräunt. In ihrer Anordnung gleichen dieselben am meisten jenen Elementen der Rinde, welche in gröberen Zügen stärkere Gefässe durch das Mark begleiten (Holm, Eberth).

Bei den Batrachiern und der Eidechse vermisse ich die Nerven im Parenchym. Sehr spärlich sind dieselben bei der Schildkröte. Grosse Ganglien finden sich bei Vögeln an der Oberfläche des Organs, dagegen ist letzteres selbst ziemlich arm an Nerven und Ganglienzellen. Unter den Säugethieren sind die Nebennieren der Fleischfresser und des Kaninchens spärlich mit Nerven versehen, während dagegen die des Menschen und des Schweines durch einen grossen Nervenreichthum ausgezeichnet sind, worin sie übrigens noch von dem Rind übertroffen werden.

Nachdem sich die Angabe, die Marksubstanz der Nebennieren bestehe ganz oder grösstentheils aus Ganglienzellen (Luschka, Leydig), als unrichtig erwiesen hat, bedarf es einer neuen Prüfung, ob, wie Leydig behauptet, bei den Selachiern, Ganoiden und Reptilien »den einzelnen Ganglien des Sympathicus Portionen von Nebennieren angeheftet sind, oder vielmehr als integrirende Bestandtheile jener sich bekunden.« Diese Abschnitte der sympathischen Ganglien sollen der Markmasse entsprechen, während dagegen die Rinde bei Fischen und Reptilien den Gefässen aufgelagert scheint. Die soge-

nannten Axillarherzen beim Zitterrochen, würden solche Rindenpartieen darstellen.

Leydig ist auch geneigt, Zellenhaufen, welche bei Wirbellosen (Paludina, Pontobdella) neben den Ganglien sich finden, als Aequivalente der Nebennieren zu betrachten.

Literatur.

Nagel. Müller's Archiv, 1836. S. 366.

Bergmann. De glandulis suprarenalibus. Diss. inaug. Göttingen 1839.

A. Ecker. Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den vier Wirbelthierklassen, 1846. Artikel Blutgefässdrüsen in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. 1849.

H. Frey. Art. »Suprarenal capsules« in Todt's Cyclopaedia of Anat. 1849.

Virchow. Zur Chemie der Nebennieren. Dessen Archiv 1857.

Leydig. Lehrbuch der Histologie 1857.

Leydig. Zur Anatomie und Histologie der Chimära monstrosa. Müller's Archiv 1851.

Leydig. Beiträge zur Anatomie und Entwicklung der Rochen und Haie.

B. Werner. De capsulis supraren. Dorpat 1857. Dissertatio.

Vulpian. Gaz. méd. 1856. p. 656. 1857. p. 84. Gaz. hebd. 1857. p. 665.

G. Harley. The histology of the suprarenal capsules, in Lancet 5. u. 12. Juni 1858.

G. Joesten, Archiv für phys. Heilkunde 1864. S. 97.

A. Moers. Virchow's Archiv, Bd. XXIX. S. 336.

Henle. Anatomie des Menschen. Bd. 2. 1866.

Arnold, Jul. Ein Beitrag zu der feineren Structur und dem Chemismus der Nebennieren. Virchow's Archiv. Bd. 35. 1866. S. 64.

Holm. Ueber die nervösen Elemente in den Nebennieren. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 53. 1. Abtheilung. 1866.

Grandry. Structure de la capsule surrénale. Journal de l' anatomie et de la physiologie 1867.

Kölliker. Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. 1867.

Capitel XXIII.

Die Harnblase und die Ureteren.

Von

Heinrich Obersteiner.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Harnblase und Ureteren bilden einen Complex von Organen, denen eine mehr passive als active Rolle zugetheilt ist; die physiologische Bedeutung derselben besteht aller Wahrscheinlichkeit nach blos darin, den von den Nieren erzeugten Urin aufzunehmen und weiter zu befördern.

Daraus geht schon die relative Einfachheit ihrer anatomischen Verhältnisse hervor, sowie die Uebereinstimmung, welche Harnblase und Ureteren in ihrem Baue darbieten.

Die Harnblase besitzt an ihren oberen Theilen einen Peritonealüberzug, der an der hinteren Wand weiter nach abwärts reicht, als vorne und seitlich. Die Dicke ihrer Wand wechselt je nach dem Füllungsgrade und schwankt beim Menschen, wenn wir von den localen Verschiedenheiten absehen, zwischen 2 und 15 Millim.

Die Harnblase der meisten Säugethiere stimmt ihrem Baue nach im Allgemeinen mit der des Menschen überein, so dass wir uns auf die Beschreibung dieser beschränken wollen.

Unter den Wirbelthieren fehlt die Harnblase den Vögeln, einigen Fischen, Amphibien und Reptilien. Der Urin dieser Thiere ist so reich an harnsauren Salzen, dass durch längeres Verweilen desselben in der Blase eine zu starke Sedimentirung eingeleitet würde.

Die Harnblase einiger Reptilien und Amphibien (z. B. Schildkröte, Frosch) mündet gleich den Ureteren, in die Cloake, so dass der Harn auch entleert werden kann, ohne die Blase passirt zu haben. Ein ähnliches Verhalten bieten unter den Säugethieren die Monotremata dar.

An der menschlichen Harnblase trifft man von innen nach aussen zu auf folgende Schichten.

I. **Das Epithel.** Dasselbe ist mehrfach geschichtet und durch die grossen Differenzen, die sich in seinen verschiedenen Lagen zeigen, characterisirt.

Zu innerst findet man eine oder auch zwei Lagen von Zellen, die meist eine rundlich polyedrische oder, besonders die grösseren, eine mehr platte Form besitzen, aber in Gestalt und Grösse vielfach variiren. Oft sind ihre Kanten und Ecken in der Weise ausgezogen, dass an der Unterseite eine Con-



Fig. 164. Epithel der Harnblase, *a* eine Zelle der zweiten Schichte, *b* eine Zelle der ersten Schichte, *c* zeigt die 1. 2. und 3 Schichte des Epithels in Zusammenhang.

cavität entsteht, in welche der Körper einer Zelle aus der nächsten Schichte passt. Ihr Inhalt ist mässig granulirt und enthält einen bis zwei Kerne mit deutlichen Kernkörperchen. Es entsprechen diese den Zellen, die sich häufig im gelassenen Urine finden. Man hat mitunter Gelegenheit zarte, ganz hyaline Tropfen zu beobachten, die an einer oder an mehreren Stellen der Seitenwand heraustreten, ohne dass die Zelle selbst schrumpfen oder sich sonst wie sichtbar verändern würde, wie sich dies auch an anderen Epithelien zeigt.

Die folgende Lage von Epithelialzellen (Fig. 164 *a*,*c* 2) zeichnet sich vor den übrigen wesentlich durch die Regelmässigkeit ihrer Elemente, die in einfacher Weise gelagert sind, aus. An Grösse untereinander gleich (etwa 0.03 Millim. im längsten Durchmesser) sind die an einem Ende conisch verjüngten Zellen mit ihrer breiten convexen Basis gegen die Oberfläche, mit der Spitze gegen die Tiefe gerichtet. — Dieses Ende setzt sich in einen oft varicösen, verschieden langen, ungetheilten Stiel fort, so dass diese Elemente sehr an die Epithelialzellen der Nasenschleimhaut erinnern.

Das weitere Schicksal dieser Stiele oder Fortsätze, die in der tiefsten Schichte der Epithelialzellen stecken, lässt sich nicht leicht ermitteln, doch scheint ein Zusammenhang derselben mit der obersten Schichte des Bindege-

webes, auf der das Epithel der Blase aufsitzt, sei es mit den bindegewebigen oder den nervösen Elementen jener Lage, sehr wahrscheinlich. — Dafür spricht der Umstand, dass die Fortsätze, wenn man sie noch so sorgsam isolirt, dennoch nie am freien Ende spitz zulaufen, sondern immer den Anschein haben, als hätte man nicht ihre ganze Länge erhalten, als seien sie bloss abgerissen. Ferner spricht dafür die Beobachtung, dass nach Ablösung des Epithels oft aus dem Bindegewebe feine umgebogene Fasern von gleicher Dicke wie die Zellenfortsätze herausragen, ja es gelingt sogar unter günstigen Umständen Bilder zu bekommen, die einen unmittelbaren Zusammenhang beider Gebilde zu zeigen scheinen.

Die vielfach discutirte Frage von der Entstehung der Epithelialzellen aus dem unterliegenden Bindegewebe dürfte für ein solches Verhalten ebenfalls Zeugniss ablegen.

Die tiefste, äusserste Lage des Epithels, Fig. 164 *c* 3 ist von ziemlich unregelmässigen ovalen Zellen gebildet, die häufig gegen die Oberfläche ausgezogen sind, da sie zwischen den konischen Enden der Zellen aus der früher erwähnten Schichte eingekeilt liegen.

II. Die Bindegewebsschichte. Eine etwa 0.02 Millim. dicke, aus sehr dichtem, feinfaserigem und kernreichem Bindegewebe gebildete Schichte, liegt dem Epithel an und scheidet sich scharf von der 0.8—1.5 Millim. dicken, äusseren Lage, die ärmer an Bindegewebskörperchen und aus dickern Bündeln von Fibrillen zusammengesetzt ist. Reichliche elastische Fasern, sowie nicht wenige theils einzelne, theils zu kleinen Bündeln angeordnete glatte Muskelfasern durchziehen letztere in verschiedenen Richtungen.

In der Nähe der Urethramündung finden sich hie und da vereinzelte acinöse Drüsen von derselben Art, wie die in der pars prostatica urethrae befindlichen. — Sie sind keineswegs constant und scheinen besonders in den ersten Lebensjahren spärlicher vorhanden zu sein, was auf eine Neubildung dieser Drüsen noch ziemlich spät nach der Geburt hinweisen würde. Auf das Verhalten der Gefässe und Nerven komme ich später zu sprechen.

III. Die Muskelschichte. Die Fasern der muscularis sind 0.1 bis 0.25 Millim. lang und besitzen einen deutlichen, langgestreckten, stäbchenförmigen Kern. Bedeutend länger bis 0.4 Millim. und darüber und besonders schön isolirt zu beobachten sind die Muskelfasern in der Harnblase des Frosches.

Die Fasern der menschlichen Harnblase vereinigen sich zu rundlichen Bündeln und Strängen von 0.03—0.15 Millim. Dicke, die durch Bindegewebssepimente getrennt werden, in denen Gefässe und Nerven verlaufen. — Die Dicke dieser Scheidewände ist local wie individuell sehr verschieden, im Allgemeinen aber bei Kindern relativ viel bedeutender, als bei Erwachsenen, indem bei jenen in der Muskelschichte das Bindegewebe den Muskeln gleichkommt, ja dieselben sogar noch übertreffen kann.

Bloss in der Gegend des Sphincter vesicae sind die Muskelbündel durch

das interstitielle Bindegewebe ganz auseinandergedrängt und aufgelokert; dieses schiebt sich so zwischen die Fasern hinein, dass diese einzeln oder nur zu wenigen vereint angetroffen werden.

Der Verlauf dieser Muskelbündel ist keineswegs ein ganz regelmässiger und weicht im Einzelnen vielfach von einer schematischen Darstellung ab.

Wollte man aber eine solche geben, so wäre die einfachste und den Thatsachen noch am meisten entsprechende folgende: Zu innerst trifft man auf ein Netz von Ringsmuskelbündeln, die sich unter spitzen Winkeln kreuzen und querliegende Maschen bilden. — Diese Fasern sind besonders am ostium internum urethrae stark entwickelt; an dieser Stelle ist auch der Verlauf der Bündel ein mehr geordneter, indem sie untereinander ziemlich parallel verlaufend einen vollständigen Ring um die Blasenmündung bilden, den Sphinter vesicae. — Nach aussen von dieser circulären Schichte folgen dann die Längsbündel, die gegen den Vertex hin das Uebergewicht bekommen und sich bei Kindern noch theilweise in den obliterirten oder eine Strecke offenen Urachus fortsetzen. Ich kann unmöglich auf eine feinere Detaillirung des Muskelverlaufes eingehen, da ich denselben bei den verschiedenen, von mir darauf untersuchten Blasen so wechselnd gefunden habe, dass jede eingehende Beschreibung nur für den Einzelfall Berechtigung hätte.

Das Trigonum Lieutodii besteht bloss in einer von den Mündungen der Ureteren zum caput gallinaginis leitenden Verdickung der Bindegewebsschichte mit all ihren Elementen.

Die Gefässe der Blase, Arteria vesicalis superior und inferior aus der Arteria hypogastrica, treten an der Rückwand derselben zumeist am Fundus an diese heran und breiten sich an derselben aus; hierauf durchsetzen sie die Muskelschichte, in der sie einzelne kleinere Aeste abgeben, in schiefer Richtung, um sich in der Bindegewebsschichte etwa in der Mitte zwischen Epithel und Muskelhaut, oder auch jenem näher parallel der Oberfläche auszubreiten. Von diesen Stämmen steigen kleinere Aeste senkrecht gegen das Epithel auf und bilden gerade unter demselben durch eine mitunter kaum wahrnehmbare Faserlage von diesem getrennt, ein feines und dichtes Capillarnetz. Ist die Blase in Falten gelegt, so sind es gerade diese kleinen Aeste, welche die Mitte der Falte einnehmen und so vor Knickungen und Zerrungen bewahrt werden. Die Nerven sind noch in der Bindegewebsschichte, besonders aber am Fundus vesicae nahe der Blasenmündung, wo sie in grösserer Menge vorhanden sind, als markhaltige Fasern zu verfolgen. — Ueber ihre Endigungsweise lässt sich schwer ein richtiges Urtheil fällen. Kisselew will sie in eigenen Zellen der Epithelialschichte endigen lassen, die sich vor den übrigen Epithelialzellen durch stärkere Imbibitionsfähigkeit für Carmin und festeres Anhaften an dem unterliegenden Bindegewebe auszeichnen, doch scheint er damit nur ähnliche Objecte gesehen zu haben, wie die Wanderzellen.

Auch einzelne Ganglienzellen, allein nur sehr spärliche, sind den Nerven in ihrem Verlauf beigegeben.

An der Blase des Frosches sind die markhaltigen Nervenfasern besonders schön zu verfolgen; ihre Windungen umgeben grosse, gelb pigmentirte, mit starker Epitheliallage versehene Ganglienzellen, die JAKUBOVITSCH zuerst beschreibt.

Die Ureteren zeigen — wie Eingangs erwähnt wurde — einen ganz ähnlichen Bau, wie die Harnblase. — Das Epithel gleicht dem der Blase vollkommen, unter ihm folgt eine Bindegewebslage und auf diese eine dreifache Muskellage; die innerste derselben ist längs gerichtet, die mittlere circulär; die äusserste schwächste besitzt einen weniger regelmässigen, allein vorwiegend longitudinalen Verlauf. Als Adventitia bildet eine dünne Bindegewebsschichte das äusserste Stratum der Ureteren.

Die Blutgefässe verhalten sich ebenfalls analog denen der Blase; ENGELMANN [1] beschreibt sie beim Kaninchen als ein subepitheliales Capillarnetz, dem das Epithel unmittelbar, durch keine Bindegewebslage getrennt aufsitze. Doch scheint die Lage der Capillargefässe beim Menschen eine geschütztere, weniger oberflächliche zu sein.

Eine geringe Anzahl markhaltiger Nerven dringt in den Ureter ein. Ganglienzellen nachzuweisen gelang mir nicht, ausser in dem, von ENGELMANN Grundplexus genannten Geflechte in der Adventitia.

Literatur.

KOHLRAUSCH. Zur Anatomie und Physiologie der Beckenorgane. 1854.

BARKOW. Anatom. Untersuchungen über die Harnblase. 1858.

UFFELMANN. Zur Anatomie der Harnorgane. HENLE und PFEUFER. 17. Bd.

BURCKHARDT. Das Epithelium der ableitenden Harnwege. VIRCHOW's Arch. 17. Bd. S. 94.

LINCK. Ueber das Epithel der harnleitenden Wege. REICHERT und DU BOIS Archiv. 1864. S. 137.

SABATIER. Recherches anat. et physiol. sur les appareils musculaires. Montpellier médical. 1864.

SUSINI. Recherches sur l'imperméabilité de l'épithelium vésical. Journal de l'Anatomie. Robin 1868. S. 144.

KISSELEW. Ueber die Endigung der sensiblen Nerven der Harnblase. Centralblatt 1868. Nr. 22.

TH. ENGELMANN. Zur Physiologie des Ureters. PFLÜGER's Archiv II. 4. 5. Heft.

BOUVIN. Over den bouw en de beweging der ureteres. Utrecht 1869.

1) PFLÜGER's Archiv für Physiologie 1869. 2. Bd. 4. 5. Heft.

Capitel XXIV.

Der Hoden.

Von

v. la Valette St. George.

Aeussere Theile des Hodens.

Die männliche Geschlechtsdrüse wird von einer derben, fibrösen Hülle, der Tunica albuginea, welche sich auch auf den oberen Theil des Ausführungsganges, den Nebenhoden, fortsetzt, prall umschlossen.

Die äussere Fläche dieser Faserhaut ist glatt und glänzend durch den Ueberzug, welchen sie von dem inneren oder visceralen Blatte der Tunica vaginalis propria erhält.

Im Bereiche des Hodens ist diese als Tunica adnata unzertrennbar mit der Albuginea verwachsen, haftet dagegen am Nebenhoden nur locker an. Das Gewebe der serösen Decke verlängert sich häufig zu zottenartigen Excrescenzen, welche von v. Luschka [1] ausführlich beschrieben und sowohl am scharfen Rande des Nebenhodens als auch am oberen Rande des Hodens selbst aufgefunden wurden. Es tragen diese Fortsätze ein aus mehreren Schichten gebildetes Plattenepithel oder nur vereinzelte runde Zellen. Auch wurden Zellen beobachtet, welche eine unregelmässige Gestalt darboten und Einschnürungen zeigten.



Fig. 165. Scheidenhautzotte mit Cylinderepithel. *a* Gefässschlinge, *b* Epithel. c Kerne.

Ich habe derartige »Scheidenhautzotten« vielfach gesehen bis zu 7 Millim. Länge und 4 Millim. Breite, darunter solche, welche von cylindrischen Zellen überzogen wurden.

Im Uebrigen besteht das Epithel der Tunica adnata, wie man dasselbe

1) Virchow's Archiv, Bd. VI, S. 321.

leicht durch Abschaben erhält, aus einer 8 μ. dicken Lage verschieden grosser, polyedrischer Zellen mit scharf begrenztem ovalem Kerne und einem oder zwei Kernkörperchen. Der Inhalt der Zellen ist fein granulirt und zeigt bisweilen kleine Fetttröpfchen. An dem Kopfe des Nebenhodens und dem oberen Theile des Hodens sitzen die sogenannten MORGAGNI'schen Hydatiden an, von denen die obere entweder hohl oder solid, mehr oder weniger lang gestielt, als Rest des MÜLLER'schen Ganges angesehen wird, die untere, abgeplattet, keulenförmig, nach v. LUSCHKA[1] zuweilen mit dem Canal des Nebenhodens in Verbindung steht. Von GIRALDÈS[2], HENLE[3] und KÖLLIKER[4] wird als Corps innominé, Parepidydimis, Organ de Giraldès, ein Convolut von geschlossenen, an beiden Enden kolbenförmig aufgetriebenen Röhrchen beschrieben, welche zwischen dem Kopfe des Nebenhodens und dem Vas deferens liegen und vielleicht, analog dem Nebeneierstocke, als Rest des WOLF'schen Körpers aufzufassen sind.

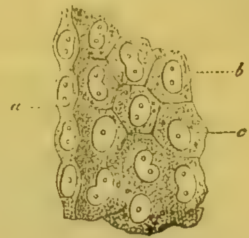


Fig. 166. Epithel der Tunica albuginea. *a* Umgeschlagener Rand. *b* Zellen. *c* Kerne.

Die Faserhaut des Hodens wird von Bindegewebe mit feinen spärlichen, elastischen Fasern gebildet; ihre Dicke nimmt nach dem hinteren Rande zu. Hier dringt sie als Mediastinum testis oder Corpus Highmori ins Innere der Drüse ein. Ausserdem schickt sie von ihrer ganzen Innenfläche neben einzelnen Bindegewebsbündeln platte Fortsätze, die Septula testis, dem Mediastinum entgegen.

Das parietale Blatt der Tunica vaginalis propria besteht ebenso wie das viscerale aus Bindegewebe, welches von feinen elastischen Fasern durchzogen wird, und zeigt an seiner inneren Fläche dasselbe einfache Plattenepithel.

Die Tunica vaginalis propria wird umhüllt von einer zweiten bindegewebigen Haut, der Tunica vaginalis communis, welche nach der Spitze des Hodens dichter wird, höher nach oben dagegen ein lockeres, blätteriges Gefüge zeigt.

An ihrer inneren Seite zwischen ihr und der Propria, mit beiden Häuten verbunden, fand KÖLLIKER glatte Muskelfasern auf, welche von HENLE als Cremaster internus beschrieben werden und nach ROUGET sich auch auf die Septula testis fortsetzen[5]. Auf ihrer Oberfläche verlaufen die fächerförmig auseinander weichenden, von elastischen Fasernetzen umwebten Bündel des Cremaster externus. Ausserdem trägt sie nach REKTORZIK[6] kleine gefässlose, rundliche und zum Theil gestielte Excrescenzen. Die äussere Hülle des Ho-

---

1) VIRCHOW's Archiv, Bd. VI, S. 310.
2) Bulletin d. l. s. anat. de Paris 1857, p. 789, Journal de la Physik, IV, p. 1.
3) Handbuch d. Eingeweidel. S. 364. 4) Handb. d. Gewebel. S. 537.
5) Compt. rend. T. 4. p. 902. 6) Wiener Sitzungsberichte 1857, Jan. S. 154.

dens wird vom Hodensacke gebildet, dessen Unterhautzellgewebe sowohl vereinzelt als netzförmig zusammenhängende Bündel von glatten Muskeln enthält, welche nach Treitz[1] durch elastische Sehnen mit der vorderen Fläche der Schambeine, dem Ligamentum suspensorium penis und den Schenkelfascien in Verbindung treten. Diese von Kölliker zuerst in ihrer wahren Structur beschriebene Tunica dartos haftet durch lockeres Bindegewebe, welches in seiner hinteren Partie eine Fettlage zeigt[2], an der Tunica vaginalis communis an und bildet in der Mittellinie des Hodensackes das Septum scroti, welches diesen in zwei Hälften abtheilt. Sie wird überzogen von einer mit grossen Talg- und Schweissdrüssen versehenen Cutis, welche eine stark pigmentirte Epidermis deckt.

Innere Theile des Hodens.

Bau der Hodencanälchen. Die Septula testis bilden ein Fachwerk, welches die eigentliche Drüsensubstanz als Lobuli testis zwischen sich aufnimmt.

Zum grössten Theile besteht dasselbe aus den Hodencanälchen, Canaliculi seminales, welche vielfach gewunden und, nach der Oberfläche des Organes mit einander anastomosirend, gegen das Mediastinum hin verlaufen. Auf diesem Wege nehmen sie eine gestrecktere Richtung an und vereinigen sich mit einander, bis sie sich in das Corpus Highmori einsenken, um zum Hodennetze, Rete testis, zusammenzufliessen. Aus dem oberen Theile desselben treten zwölf bis vierzehn Canälchen hervor, welche durch zunehmende Windungen eine kegelförmige Gestalt erhalten und als Samenkegel, Coni vasculosi, den Kopf des Nebenhodens bilden, indem sie sich nacheinander in den Canal der Epididymis einsenken.

Dieser, vielfach gewunden, liegt an dem hinteren Rande des Hodens wie eine Spange an, sendet noch das sich abzweigende und blind endigende Vas aberrans aus und geht, sich vom Hoden entfernend, in das aufwärts steigende, anfangs noch geschlängelte, später gerade verlaufende Vas deferens über.

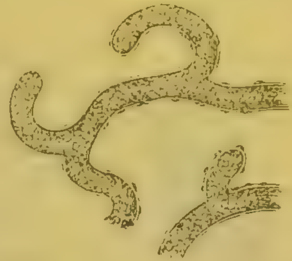
Was den Anfang der Hodencanälchen betrifft, so stimmen jetzt die meisten Autoren (J. Müller, Krause, Berres, Beale, Sappey, Kölliker, v. Luschka) darin überein, dass sie theils von blinden Enden, theils von Anastomosen ihren Ursprung nehmen. Abgerundete Ausläufer fand ich vielfach an den in Essig macerirten Hodencanälchen des Kindes.

Die Samencanälchen messen im Durchschnitte 0.2 Millim.; die Dicke ihrer Wand wechselt nach der Füllung.

Ueber diese Membran selbst gehen die Ansichten noch auseinander. Nach

1) Prager Vierteljahrsschrift, 1853, I, p. 113.
2) Henle, Handbuch der Eingeweidelehre, S. 420.

älteren Angaben von Henle[1], welche sich, wie derselbe vermuthet[2], auf kleinere Säugethiere beziehen, ist sie wasserhell, structurlos und mit spärlichen, längsovalen Kernen versehen. Ebenso nennt Lereboullet[3] sie beim Kaninchen structurlos. Valentin[4] hielt eine muskulöse Mittelschicht für nachweisbar, welche nach innen von Pflasterepithel, nach aussen von einer ganz hellen, durchsichtigen, mit länglichen Zellenkernen versehenen Membran begrenzt sein soll. Gerlach[5] findet Verschiedenheiten zwischen dem Bau der Samencanälchen neugeborener und junger Thiere und erwachsener. Während bei jenen die Wand der Hodenröhrchen eine glashell structurlose Membran mit mehr oder weniger länglichen Zellenkernen darstelle, erscheine bei diesen an der äusseren Seite eine Faserlage, aus Bindegewebe mit einzelnen, längsovalen Kernen bestehend. Henle[6] beschreibt die Membran der Hodencanälchen in folgender Weise: »Sie erscheint auf Längsschnitten der Canälchen längsstreifig, auf Querschnitten concentrisch gestreift; in beiden Ansichten zeigt sie zwischen den Streifen dunkle, scheinbar stäbchenförmige Kerne; ausgebreitet und von der Fläche betrachtet erscheint sie homogen mit ziemlich regelmässig geordneten, sehr blassen, kreisrunden Kernen. Daraus ist zu schliessen, dass sie lamellös und aus platten Schüppchen mit abgeplatteten Kernen zusammengesetzt ist.«


Fig. 167. Hodencanälchen eines einjährigen Kindes mit blinden Enden.

Frey[7] unterscheidet zwei Schichten, eine structurlose Membrana propria und eine äussere, derbe Haut von einer faserig-streifigen Natur mit länglichen Kernen und giebt dazu eine Abbildung aus dem Kalbshoden, sowie vom Samencanälchen des Menschen.

Nach von Hessling[8] bestehen die Samencanälchen aus einer 1 μ. dicken, structurlosen Drüsenmembran, membrana propria; aussen legt sich um dieselbe eine 3 μ. mächtige, feinstreifige, lamellöse Bindegewebshülle mit länglich runden Kernen, welche vom übrigen interstitiellen Bindegewebe scharf abgegrenzt ist.

Kölliker[9] nennt die Umhüllung der Samencanälchen eine Faserhaut, welche eine durch Kali causticum leicht nachzuweisende Membrana propria an ihrer Innenseite besetzen soll.

Letzerich[10] nimmt für das Kaninchen eine structurlose, mit blassen elliptischen Kernen besetzte Membran an.

1) Allgemeine Anatomie, S. 926. 2) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 354.
3) N. A. Acad. Nat. cur. XXIII, 10.
4) Handwörterbuch der Physiologie v. R. Wagner, Bd. I, S. 785.
5) Handbuch der Gewebelehre, S. 367. 6) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 353.
7) Handbuch der Histologie, S. 607. 8) Grundzüge der Gewebelehre, S. 328.
9) Handbuch der Gewebelehre, S. 521. 10) Virchow's Archiv, Bd. 42, S. 570.

Ich selbst fand beim einjährigen Kinde nach Maceration des Hodens in Essig den Inhalt der Hodencanälchen von einer sehr feinen, structurlosen Membran umgeben, an welche sich eine dicke Adventitia mit zahlreichen Kernen anschloss.

Die Samencanälchen eines achtzölligen Rindsembryo sowie die des Kalbes zeigten, frisch untersucht, eine ziemlich dicke, structurlose Propria und eine kerntragende, dünne Adventitia.

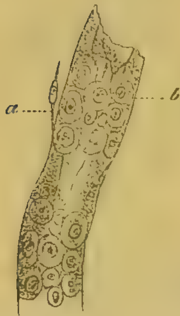


Fig. 168. Stück eines Hodencanälchens von einem Rindsembryo, *a* Adventitia, *b* Propria.

Beim Hunde, Meerschweinchen und Kaninchen konnten ebenfalls zwei Häute unterschieden werden.

Dagegen vermochte ich an den Hodencanälchen des erwachsenen Menschen nur eine Membran wahrzunehmen, wie sie von Henle durchaus genau und erschöpfend beschrieben worden ist.

In dem interstitiellen Bindegewebe findet man zwischen den Samencanälchen eingebettet eigenthümliche Zellenhaufen, welche zuerst von Kölliker[1] beschrieben worden und den indifferenten Zellen der Bindesubstanz zuzuzählen sind[2].

Auch Leydig[3] gedenkt derselben ausführlich, und hält es für eine dem Säugethierhoden wohl allgemeine Erscheinung, dass das die Samencanälchen verknüpfende Bindegewebe noch eine zellenartige Masse enthält, welche, wenn nur in geringerer Menge vorhanden, dem Lauf der Blutgefässe folgt, hingegen die Samencanälchen allenthalben einbettet, wo sie an Ausdehnung sehr zugenommen hat. Beim Eber soll sie in so extremer Entwicklung auftreten, dass der Durchschnitt des Hodens davon ein chocoladenfarbiges Aussehen erhält. Aehnlich beim Pferde. — Auch bei der Eidechse wurde dieselbe Masse beobachtet.

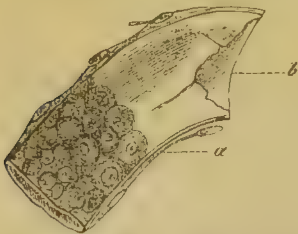


Fig. 169. Stück eines Hodencanälchens vom Kalbe, *a* Adventitia, *b* Propria.

Henle[4] hat diese interstitiellen Zellenstränge sehr genau untersucht und abgebildet. Sie bestehen nach ihm aus einer feinkörnigen Substanz, nicht unähnlich dem Inhalte der Ganglienzellen, welche Kerne einschliesst, die sich durch die gleichförmige und geringe Grösse (3 μ.), die kuglige Gestalt und das überall sichtbare, centrale Kernkörperchen deutlich von den mannichfaltigen Kernen des Inhalts der Samencanälchen unterscheiden. Henle hält sie für einen wesentlichen Bestandtheil der Drüse, wenn er ihnen auch keinerlei Antheil an den Verrichtungen derselben zuzuschreiben weiss.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit der erwähnten Angaben zu überzeugen; die Bestimmung jener Zellenhaufen bleibt räthselhaft.

1) Mikroskopische Anatomie, II, 2. S. 392.
2) Handbuch der Gewebelehre, S. 524. 3) Lehrbuch der Histologie, S. 594.
4) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 358.

Nachdem die Hodencanälchen in das Mediastinum testis eingetreten sind, verlieren sie ihre eigene Wandung und gehen in die mehr oder weniger weiten, unregelmässigen Hohlräume des rete testis über.

Die Vasa efferentia sind dicker als die eintretenden Röhrchen, 0.6—0.4 Millim., indem sich zu ihrer Umhüllung noch eine besondere Lage glatter Muskeln zugesellt.

Zelliger Inhalt der Hodencanälchen. Den Inhalt der Samencanälchen bilden Zellen, deren äusserste Schicht auch wohl Epithel der Samencanälchen genannt worden ist. Wenn ich auch diese Bezeichnung nicht rechtfertigen will, so kann ich doch eine eigenthümliche Form der Zellen dieser Randzone constatiren. Nach einer Notiz von Kölliker[1] beschreibt Sertoli jene Zellen nach Behandlung des Hodens mit Sublimat von 0.5 % und nachträglicher Maceration in Wasser als verästelt, auch wohl unter sich zusammenhängend; eine Beobachtung, welche Kölliker für richtig halten zu dürfen glaubt, nach Präparaten, welche durch Maceration in Kali causticum gewonnen wurden. Leider war mir die Arbeit Sertoli's nicht zugänglich, jedoch zweifle ich nicht, dass es ganz dieselben Zellen sind, welche ich beim Stiere und Hunde nach Behandlung mit Chromsäure $\frac{1}{4}$% oder Jodserum (24 St.) darzustellen vermochte.



Fig. 170. Zellen der äusseren Schicht aus den Hodencanälchen des Stieres, *ab*, und des Hundes *c*.

Merkel[2] fand diese Zellen ebenfalls auf und lässt sie ein das ganze Samencanälchen gleichmässig durchziehendes, fächeriges Netz bilden, einem Schwamme vergleichbar, ohne irgend welche faserige Ausläufer, nur mit anastomosirenden platten Fortsätzen.

Welche Bedeutung diese Zellen haben, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

Der Inhalt der Samencanälchen lässt, wie Henle ganz richtig bemerkt, häufig eine radienförmige Anordnung erkennen. Es folgen auf die eben beschriebenen Zellen der Randzone mehrere Reihen anderer, welche von diesen sowie unter sich sehr verschieden sind, jedoch dieselbe Bestimmung haben mögen und desshalb kurzweg Samenzellen genannt werden sollen. Zunächst bemerkt man zwei Hauptformen: solche mit dunklen, granulirten Kernen und andere, welche einen hellen Kern führen mit oder ohne Kernkörperchen. Die Zahl der Kerne ist sehr ver-



Fig. 171. Samenzellen von Hund und Stier. *a* Ein- und mehrkernige Zellen aus den Samencanälchen des Hundes, *b* Vielkernige Zellen vom Stiere.

1) Handbuch der Gewebelehre, S. 530. 2) Göttinger Nachrichten 1863. Nr. 1. S. 7.

schieden. Ein- und zweikernige Zellen findet man am häufigsten, jedoch kann die Anzahl der Kerne auf dreissig und noch mehr steigen.

Manche Formen deuten auf einen energischen Vermehrungsprozess der Zellen hin; so sieht man Zellensprossen und Zellenketten, den Eiketten Pflüger's[1] sehr ähnlich.

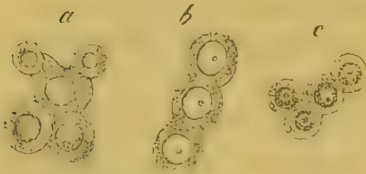


Fig. 172. Zellensprossen und Ketten vom Buchfinken *a*, Distelfinken *b* und braunen Landfrosche *c*.

Bei den Wirbellosen ist eine Vermehrung durch Knospen- oder Sprossenbildung eine sehr gewöhnliche; auf diese Art entstehen die maulbeerförmigen Zellenhaufen, welche wir im Hoden vieler niederen Thiere finden.

Einschnürungen des Kernes, wie sie der Theilung vorangehen, lassen sich namentlich bei jüngeren Thieren sehr schön beobachten.

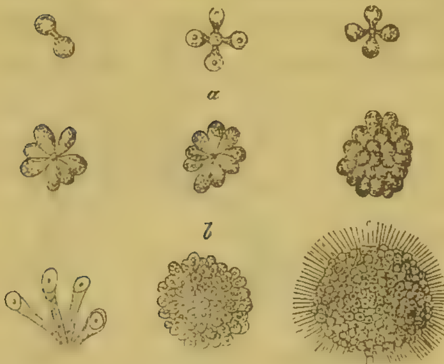


Fig. 173. *a* Zellen aus dem Hoden des Fischegels in fortschreitender Vermehrung. *b* Dieselben vom medicinischen Blutegel.

Sowohl ein- als mehrkernige Samenzellen zeigen ausser jenen Vermehrungserscheinungen noch eine andere Aeusserung ihres Lebens, welche sich in den von mir zuerst beobachteten[2] und seitdem fast in allen Thierklassen aufgefundenen amöboiden Bewegungen derselben ausspricht. Beim braunen Landfrosche sowie bei der Weinbergsschnecke beobachtete ich sogar kernlose Klümpchen, wahrscheinlich unverbrauchte Protoplasmareste in sehr lebhafter Formveränderung, ein Vorkommen, welches von Grohe[3] in ähnlicher Weise beschrieben worden ist und von Stricker[4] auf einem anderen Terrain, nämlich in der Milch der Wöchnerin, wahrgenommen wurde. Die Vasa efferentia zeigen ein einfaches Cylinderepithel mit kurzem Flimmersaum, während dasselbe im Canal des Nebenhodens als sehr in die Länge gezogene ovale Kerne tragende Zellen mit langen Pinseln von Flimmerhaaren erscheint. Unter dieser liegt noch eine zweite Lage kleiner, runder Zellen mit kreisförmigen Kernen. Auch fand O. Becker Flimmerzellen in den Morgagni'schen Hydatiden, was ich bestätigen kann.



Fig. 174. Zelle *a* und Kern *b* aus dem Hoden des braunen Landfrosches.

Verschiedene Formen der Samenkörper. Neben den vorher besprochenen zelligen Elementen welche die Hodencanälchen erfüllen oder auskleiden sehen wir bei geschlechtsreifen Thieren meist im Cent-



Fig. 175. Amöboide Körper aus dem Hoden von Rana temporaria.

1) Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen, S. 53.
2) Ueber eine neue Art amöboider Zellen; Schultze's Archiv, I, S. 68.
3) Virchow's Archiv, Bd. XXXII, S. 416.
4) Wiener Sitzungsberichte 1866, S. 184

rum der samenbereitenden Drüsentheile Gebilde von charakteristischer Form: die Samenkörper, welche in dem entleerten Samen des Menschen zuerst durch Johann Ham aus Arnhem [1] aufgefunden und seitdem vielfach untersucht und benannt worden sind (Spermatozoen, Spermatozoiden, Spermatoidien, Zoospermien).

Sie geben den männlichen Zeugungsfactor ab, sind constant nur in der Species, sonst nach ihrer Form sehr verschieden in der Thierreihe.

Protozoen. Bei allen Abtheilungen der Thierwelt sind die Samenkörper bereits nachgewiesen, sogar erfreuen sich die Infusorien derselben. Hier wurden sie zuerst von Johannes Müller bei Paramecium aurelia als fadenförmige Körper, welche den vergrösserten Nucleus erfüllen, beschrieben, dann durch Claparède, Lachmann, Lieberkühn, Balbiani und Stein weiter erforscht.

Bei den Schwämmen (Spongilla) hat Lieberkühn zoospermartige Körperchen entdeckt, welche aus einem ovalen Köpfchen und Faden bestehen.

Cölenteraten. Die Samenkörper der Cölenteraten zeigen ein rundes oder längliches Köpfchen mit anhängendem Faden: Actinia, Hydra, Chrysaora, Eudoxia, Rhizostoma, Athorybia — (v. Siebold, Kölliker, Heine, Busch, Gegenbaur.)

Echinodermen. Eine ganz ähnliche Form finden wir bei den Echinodermen, rundliche Körper mit feinem haarförmigen Schwanze: Holothuria, Spatangus, Echinus, Asteracanthion — (Valentin, Peters, Kölliker).

Würmer. Die Würmer haben eine grosse Verschiedenheit in der Gestalt ihrer Samenkörper aufzuweisen. Während die Cestoden und Trematoden (v. Siebold, Kölliker) sowie auch die Turbellarien (Max Schultze) haarförmige Samenelemente besitzen, treffen wir bei den Nematoden höchst eigenthümliche Gebilde an von keulen- oder stäbchenförmiger Form (Reichert, Schneider, Meissner, Claparède). Schneider entdeckte an ihnen amöboide Bewegungen. Sternaspis besitzt nach Max Müller kurze, an dem einen Ende spitz zulaufende Samenkörper. Bei den Regenwürmern finden wir Samenfäden an dem einen Ende etwas verdickt, bei Branchiobdella erscheinen dieselben sehr dünn und von dem einen Ende spiralförmig zusammengedreht (v. Siebold).

In den Borstenwürmern wurden Samenkörper gefunden mit kugligem oder annähernd birnförmigem Köpfchen und feinem Faden: Phyllodoce, Syllis — (Ehlers, Keferstein).

Arthropoden. Besonderes Interesse bieten die Samenkörper der Gliederthiere durch ihre höchst mannichfaltige Bildung. So beschreibt Leydig bei Notomata Sieboldii sichelförmig gekrümmte Körper mit Kern und Kernkörperchen versehen, welche an dem einen Rande in eine deutlich undulirende Membran ausgehen. Daneben sah er starke Stäbchen, welche eine mittlere Anschwellung besitzen. Es treten also hier zwei Formen von Samenkörpern in demselben Individuum auf.

1) Halbertsma, Archiv für die holl. Beiträge 1866. S. 232.

Die Cirripedien besitzen auch einfach haarförmige Samenelemente: Balanus, Lepas (v. Siebold, Kölliker). Frey und Leuckart schildern die Samenkörper von Caligus als eiförmige Körper, welche die genetische Bedeutung von Kernen haben sollen. Bei Cyclops quadricornis sind dieselben nach Zenker stabförmig, zweimal gewunden; bei Cyclopsine, nach v. Siebold von ovaler Gestalt.

Die Samenkörper der Ostracoden besitzen nach der Darstellung von Zenker und Metschnikow eine höchst merkwürdige und complicirte Form. Bei Cypris ovum übertreffen sie die dreifache Länge des ganzen Thieres und haben die Gestalt eines gewundenen Stabes, der von einer Spiralplatte der Länge nach umsäumt wird. Eine ebenso abweichende Gestalt zeigen die Samenelemente bei Cythere viridis. Sie sind nach Zenker mit einer Geissel versehen, mit einem scharf abgeschnittenen breiten Ende und einem spitzeren, an welches sich unter einem rechten Winkel ein Stiel heftet, der bandförmig um seine Achse gedreht erscheint. Argulus hat nach den Beobachtungen von Leydig Samenfäden, dagegen bewahren die Samenkörper der von ihm untersuchten Phyllopoden (Artemia, Branchipus) die Zellenform. Es sind bläschenförmige Gebilde von 3 μ. Grösse mit einem hellen Flecke versehen. Die Samenkörper der Daphniden schildert Leydig bei den meisten Arten als kleine, stäbchenförmige Körperchen, bei einigen Arten beobachtete er Zellen mit kernartigen Gebilden, langen und starr abstehenden Strahlen (Daphnia rectirostris). Die Gattung Polyphemus besitzt ungewöhnlich grosse Strahlenzellen.

Bei diesem Thiere, sowie bei anderen Daphnien sah Leydig vorübergehende amöbenartige Bewegungen.

Durch Henle, v. Siebold, Kölliker, Frey und Leuckart sind wir mit den höchst eigenthümlichen Samenkörpern der Decapoden bekannt gemacht worden.

Es sind kleine zellenartige starke Gebilde, welche fadenförmige Fortsätze tragen, wie Strahlen. Owsjannikow theilt die wichtige Beobachtung mit, dass jene Strahlen wieder eingezogen werden können, wobei das Samenkörperchen eine ganz runde Form annimmt.

Mysis besitzt haarförmige Samenelemente (v. Siebold, Frey und Leuckart.)

Die Samenkörper von Crangon und Palaemon stellen nach v. Siebold's Untersuchungen plattgedrückte Bläschen dar, aus deren Mitte eine kurze Spitze hervorragt.

Die der Amphipoden und Isopoden sind starre Fäden, welche entweder an beiden Enden spitz zulaufen (Oniscus), oder an dem einen mit einem cylindrischen, zugespitzten Anhange versehen sind (Asellus). Bei dieser Assel ist der obere Theil des Fadens winklich umgebogen und bricht nebst seinem Köpfchen leicht ab, ein Umstand, der zur Beschreibung zweier Formen von Samenkörpern bei diesem Isopoden Veranlassung gegeben hat (Zenker).

Bei den Arachniden bemerken wir in Bezug auf die Form der Samenelemente eine grosse Abweichung in den verschiedenen Ordnungen. Scorpio europ. besitzt nach KÖLLIKER Samenkörper von einfacher Haarform, welche sich lebhaft bewegen, die der Tardigraden sind spindelförmig, mit einem ovalen Kopfe, der in zwei schwingende Endfäden ausläuft (DOYÈRE, GREIFF).

Bei den Araneen finden wir bewegungslose Körperchen von runder oder nierenförmiger Gestalt mit runden oder länglichen Kernen: Tegenaria, Lycosa (v. SIEBOLD).

Die Acarinen zeigen kuglige, spindel-keulen- und stabförmige Samenkörper: Trombidium, Bdella, Hydrachna, Ixodes (v. SIEBOLD). Im Hodeninhalte von Atax sah CLAPARÈDE zellenförmige Samenelemente, sphärische Körperchen mit kleinen stabförmigen Kernen.

Die Samenkörper der Myriapoden lassen zwei verschiedene Typen erkennen. Die der Chilognathen sind spindelförmige, conische oder federhutförmige starre Gebilde: Glomeris, Julus (LEUCKART), die Chilopoden dagegen besitzen lange Fäden, welche Bewegung zeigen: Lithobius, Geophilus (STEIN).

In der Classe der Insekten kommen fast durchgängig haarförmige, an beiden Enden zugespitzte Samenfäden vor. Ihre Bewegung ist wellenförmig, schlängelnd, oft ist das eine Ende starr, in diluirten Flüssigkeiten drehen sich die Fäden unter Bildung von Oesen auf.


Fig. 176. Samenkörper von Blaps mortisago.

Eine Abweichung von jener einfachen Form ist nur von Locusta und Decticus durch v. SIEBOLD bekannt. Es besitzen diese Heuschrecken noch einen winkelförmigen Anhang, der an das eine Ende des langgestreckten Samenkörperchens angeheftet ist.

Mollusken. Die Samenelemente der Bryozoen haben meist eine Stecknadelform mit mehr oder weniger abgeplattetem Kopfe: Alcyonella (VAN BENEDEN, DUMORTIER). Bei Flustra carnosa sind dieselben linear, leicht-wellig gebogen, bei Alcyonidium gelatinosum zeigen sie einen zugespitzten Körper mit einer gewölbten und einer flachen Seite mit anhängendem, in der Mitte dickerem Faden (KÖLLIKER).

In den Salpen kehrt die Haarform wieder, während bei den Ascidien cylindrische, birnförmige oder elliptische Köpfchen mit Haaranhang beobachtet wurden (KÖLLIKER). Bei den Lamellibranchiaten werden walzenförmige, ovale oder birnförmige Körper mit zartem Haaranhange angetroffen: Cyclas, Unio, Anodanta u. s. w. (WAGNER, v. SIEBOLD).

Grosse Mannichfaltigkeit in der Form besitzen die Samenkörper der Cephalophoren.

Von den Pteropoden beschreibt sie GEGENBAUR als verdickt an einem Ende und dort leicht spiralig gedreht, während das andere Ende in einen fei-

nen Faden ausläuft, der kurz vor seiner Spitze in ein kleines Bläschen anschwillt.

In der Ordnung der Gasteropoden sind die Samenelemente sehr verschieden gebildet. Wir finden hier solche mit ovalem oder birnförmigem, zuweilen in der Mitte eingeschnürtem Kopfe: Chiton, Trochus, Patella, Haliotis (Kölliker, Wagner, Erdl), dann auch haarförmige an beiden Enden zugespitzt: Turbo, Buccinum, Purpura. Bei Doris nehmen die Fäden gegen das Ende an Dicke zu und erscheinen leicht gedreht (Kölliker). Zuweilen tragen sie an dem einen Ende ein zugespitztes Knöpfchen: Lymnaeus, Planorbis, Helix (v. Siebold, v. la Valette St. George).



Fig. 177. Samenkörper von Helix nemoralis.

Höchst merkwürdig ist das durch v. Siebold entdeckte und später von Leydig sehr genau beschriebene Vorkommen zweier Formen von Samenkörpern bei Paludina vivipara. Neben kurzen, an dem oberen Ende korkzieherartig gewundenen Samenfäden sieht man andere grössere, welche eine stabförmige Gestalt besitzen. Von dem dickeren Ende des Stäbchens entspringen pinselförmig kurze Fäden.



Fig. 178. Die beiden Formen der Samenkörper von Paludina vivipara.

Die Samenkörper der Heteropoden bestehen aus einem länglichen, vorn etwas dickeren Körper, der sich nach hinten in einen immer feiner werdenden Faden auszieht: Atlanta Carinaria (Milne-Edwards, Gegenbaur).

Bei den Cephalopoden finden wir cylindrische Körperchen mit zartem Haaranhange: Loligo, Sepia, Sepiola (v. Siebold, Milne-Edwards, Peters), oder haarförmige Gebilde: Octopus (Philippi).

Fische. Die Samenkörper von Amphioxus sind nach Kölliker Fäden mit rundlichem Köpfchen, welches bei den Neunaugen stab- oder eiförmig wird: Petromyzon fluviat., marinus (Ecker, J. Müller). Die Knochenfische besitzen im Allgemeinen sehr kleine, stecknadelförmige Samenkörper: Perca, Cyprinus (Wagner, Kölliker), welche bei Cobitis noch mit einem Knöpfchen unterhalb des Kopfes versehen (Wagner, Ecker) sind; bei den Salmonen zeigen sie einen länglichen, vorn zugespitzten Kopf, der die Form eines Kartenherzens besitzt und aus zwei Theilen besteht, welche von einander durch eine seichte Furche getrennt werden (Owsiannikow.)

Die Samenkörper der Haie und Rochen sind bei weitem grösser und

mit spindelförmig, oft spiralig gewundenem Kopfende versehen: Squalus, Torpedo, Raja (WAGNER, ECKER, V. LA VALETTE ST. GEORGE).

Amphibien. Sehr auffallend sind die Samenkörper der Tritonen und Salamander gebildet und desshalb Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, (v. SIEBOLD, CZERMAK). Der spindelförmige Kopf geht in einen langen Faden aus, in dessen Längsachse ein undulirender Saum wie eine Hemdkrause angeheftet ist.

Bei Pelobates ist das Kopfende sehr lang und spiralig gewunden (WAGNER, LEUCKART).

Die Samenkörper des Bombinator besitzen eine spindelförmige Form. An der Seite ihres Körpers zieht sich ein zarter undulirender Saum herab, wie bei den Salamandrinen (WAGNER, LEUCKART, V. SIEBOLD).

Die hiesigen Frösche, Rana esculenta und temporaria, zeigen eine Verschiedenheit ihrer Samenkörper darin, dass bei der ersten Art das Kopfende walzenförmig, bei der zweiten fast linear erscheint.

Reptilien. Die Samenkörper der beschuppten Amphibien besitzen ein walzen- oder spindelförmiges Kopfende mit langem Faden: Lacerta, Coluber (ECKER).

Vögel. Eine ähnliche Form finden wir bei den Vögeln wieder. Das Kopfende ist entweder einfach, walzenförmig, gerade, wie bei der Taube, dem Reiher, den Möwen, den Raub- und Klettervögeln, oder an beiden Seiten spitz ausgezogen und korkzieherförmig gewunden: Singvögel (WAGNER, LEUCKART, ECKER, V. LA VALETTE ST. GEORGE).


Fig. 179. Samenkörper vom Canarienvogel.

Säugethiere. Die Samenkörper der Säugethiere sind insofern nach einem gemeinsamen Typus gebildet, als sie aus einem verdickten, sich der Scheibenform nähernden Kopfende und einem fadenförmigen Anhange bestehen.

Beim Schweine ist der Kopf eiförmig mit der Spitze dem Faden zugekehrt, an beiden Seiten gleichmässig abgeplattet; eine ähnliche Form besitzen Stier, Schaf und Pferd.

Unter den Nagethieren ist dagegen die Form des Kopfes eine sehr verschiedene.

Beim Kaninchen ist das Kopfende eiförmig seitlich abgeplattet, an der Spitze zum Ansatz des Fadens abgestutzt, beim Meerschweinchen stellt es eine fast kreisrunde Scheibe dar, welche am oberen Rande noch einen besonderen kappenförmigen Anhang zeigt.

Die Ratten und Mäuse besitzen ein beilförmiges Köpfchen, an dem der Faden wie der Stiel des Beiles ansitzt, dessen oberes, zurückgebogenes Ende bei der Ratte lang und spitz, kürzer bei der Hausmaus und gekrümmter bei der Feldmaus erscheint.


Fig. 180. Samenkörper der Hausmaus.

Beim Hunde ist das Kopfstück birnförmig, beim Kater eiförmig; der Faden nimmt von der breiteren Seite seinen Ursprung.

Der Kopf des Samenkörpers ist beim Igel nach unten zu wie abgeschnitten mit seitlicher Insertion des Fadens.

Die Samenkörper der Fledermaus zeigen ebenfalls ein abgestutztes Oval; der Faden setzt sich jedoch in der Mitte des unteren Randes an.



Fig. 181. Samenkörper des Menschen, *a* unentwickelte, *b* reife.

Bei den Affen ist das Kopfende eiförmig mit dem breiteren Ende dem Faden zugekehrt.

Die Samenkörper des Menschen lassen ein ovales Köpfchen unterscheiden, dessen unterer dem Faden zugekehrter Rand verdickt und abgerundet ist. Es geht der Körper nach oben in eine dünne, in ihrer Mitte etwas vertiefte Scheibe aus. Von der Seite gesehen erscheint dessbalb der Kopf mehr oder weniger birnförmig. Jene Verdickung ragt an der einen Fläche etwas stärker hervor, worauf mich LEUCKART aufmerksam machte. Die Länge des Kopfes beträgt 5 μ., die Breite 3 μ., die grösste Dicke 1 μ. Der Faden ist da, wo er an dem Köpfchen ansitzt, etwas verjüngt, verdickt sich zu 1 μ. und läuft dann 50 μ. lang in eine sehr feine Spitze aus.

Structur der Samenkörper. Ueber den feineren Bau der Samenkörper bei den Wirbelthieren haben wir in neuerer Zeit interessante Mittheilungen erhalten.

Der Spermatozoidenkörper der Bären enthält nach VALENTIN [1] drei streifenartige Reihen rundlicher Gebilde, ein vorderes, mittleres und hinteres Band. HARTNACK hält diese Bänder für Erhöhungen und Vertiefungen, welche sich durch einen Wechsel von Licht und Schatten je nach der Richtung des einfallenden Lichtes verrathen. VALENTIN und THURY bilden diese Streifen ab vom Bären, Kaninchen und Hunde. Katze, Widder und Meerschweinchen zeigen sie gleichfalls, jedoch in absteigender Deutlichkeit. Mit einiger massen starken Linsen sind sie unschwer zu sehen, sowie ich sie nach HARTNACK IX vom Hunde und Kaninchen gezeichnet habe [2]. Als Testobject mögen sie immerhin zu empfehlen sein.

GROHE [3] lässt nach sehr eingehenden Untersuchungen die Samenkörper aus zwei verschiedenen Theilen bestehen, einer structurlosen Hülle und einem contractilen Inhalte, der besonders reichlich im Kopfe vorhanden sei. Die oben erwähnten Bänder führt er auf eine verschiedene Vertheilung des Inhaltes im Körper zurück.

Ihm tritt SCHWEIGGER-SEIDEL [4] bei, insofern er eine äussere Grenzschicht

1) Zeitschrift f. r. Med. 3 R. Bd. 18, S. 217, u. Bd. 21, S. 39.
2) Ueber die Genese der Samenkörper, M. SCHULTZE's Archiv 1867, Bd. III. Taf. XIV. Fig. II u. V. 3) VIRCHOW's Archiv, Bd. XXXII, S. 416.
4) SCHULTZE's Archiv, Bd. I, S. 309.

und eine Inhaltsmasse annimmt, wenn es ihm auch nur bei Amphibien und Vögeln gelang, dieselbe als isolirte Haut darzustellen.

Zwischen Kopf und Faden unterscheidet SCHWEIGGER-SEIDEL noch ein sogenanntes »Mittelstück«, und weist dasselbe beim Frosche, Triton, Hahne, Finken und vielen Säugern nach. Ich habe bereits seine Angaben für den Menschen, Igel, Hund, Meerschweinchen, Kaninchen, Frosch und Triton bestätigen können [1], wie sich auch KÖLLIKER [2] dieser Beobachtung anschliesst. Nicht immer gelang es mir, bei anscheinend reifen Samenkörpern die Abgrenzung des Mittelstückes gegen den Faden wahrzunehmen, wesshalb ich auf eine Untersuchung des Samens innerhalb der weiblichen Genitalien verweisen musste. Gelegenheit dazu bot mir eine weibliche Fledermaus, welche bereits 36 Stunden in Einzelhaft gesessen hatte. Scheide und Uterus fand ich erfüllt mit Samenkörpern in lebhafter Bewegung. Alle zeigten ein sehr deutliches Mittelstück. Die Länge des Mittelstückes schwankt nach SCHWEIGGER-SEIDEL zwischen 9 und 23 μ., beim Menschen beträgt sie 6 μ.



Fig. 182. Samenkörper der Fledermaus mit deutlichem Mittelstück.

Bewegung der Samenkörper. Bei einigen Thieren sind, wie ich schon bemerkt habe, die Samenkörper vollständig bewegungslos, selbst innerhalb der weiblichen Generationsorgane: Oniscus; bei anderen finden wir Anfänge von Bewegung in amöboiden Formveränderungen: Nematoden (SCHNEIDER), Daphnien (LEYDIG), Krebsen (OWSJANNIKOW). Die meisten Samenkörper jedoch sind einer sehr ausgiebigen Ortsveränderung fähig. Sehr unterstützt wird dieselbe durch die früher beschriebenen undulirenden Membranen. Es kann die Bewegung eine gleichmässig fortschreitende sein, wie z. B. beim Canarienvogel, wobei sich zugleich der ganze Samenkörper äusserst schnell um seine Achse dreht, oder hüpfend und zuckend, wie bei den Säugethieren. Dazwischen liegen alle mögliche Variationen. Das Kopfende geht, wo es bestimmt ausgesprochen ist, immer voran. GROHE glaubt, dass durch die Contraction seines Inhaltes die Bewegung eingeleitet würde, was ich jedoch mit SCHWEIGGER-SEIDEL und KÖLLIKER in Abrede stellen muss. Ich habe am Köpfchen nie derartige Veränderungen wahrgenommen, sah dagegen oft kopflose Fäden in lebhaften Schwingungen. Ebenso muss ich die Behauptung SCHWEIGGER-SEIDELS, dass das Mittelstück starr sei und keinen Antheil an der Bewegung nehme, bestreiten.

Die Dauer der Bewegung ist sehr verschieden nach dem Medium, in welchem sie sich befinden. Im Körper des Thieres reicht sie bis zu 48 Stunden, in den weiblichen Genitalien wurde sie noch nach 8 Tagen wahrgenommen.

1) A. a. O. S. 264.
2) Handbuch der Gewebelehre 1867, S. 530.

Alkalische Lösungen wirken günstig nach dieser Richtung, saure oder zu sehr diluirte schädlich. Concentrirte Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss können nach der Entdeckung Kölliker's [1] durch Wasserzusatz in Ruhe versetzte Samenkörper wieder beleben; als Erreger wirken kaustisches Kali und Natron ($^1/_{32}$—50%), in exquisiter Weise Curare; Cocain wie schwefels. Morphium zeigen keine Einwirkung auf die Bewegung (Wagner, Kölliker, Leuckart, Montegazza). Nach dem letzteren Autor [2] bewahren die Samenkörper des Menschen ihre Bewegungsfähigkeit von — 15° C. bis + 47° C.

Gefrorner Samen erlangte nach dem Aufthauen dieselbe wieder. Bei 0° liess er sich vier Tage lang aufbewahren, ohne sie einzubüssen.

In indifferenten Substanzen und in Salzlösungen eingetrocknetes Sperma kann nach Kölliker in gewissen Fällen durch Verdünnung mit derselben Flüssigkeit oder mit Wasser wieder in Bewegung versetzt werden.

Entwicklung der Samenkörper. Die Samenkörper sind so vielfach auf ihre Herkunft inquirirt worden, dass es auffallen muss, dass dieses Thema nicht längst erschöpft worden ist. Gründe hierfür liegen in besonderen Schwierigkeiten, welche die Kleinheit des Objectes, die Auffindung durchaus indifferenter Untersuchungsflüssigkeiten, sowie der Umstand darbieten, dass wenigstens bei den höheren Thieren die verschiedenen Entwicklungsformen der Samenkörper nicht räumlich getrennt sind. Ehe man ihre Abstammung kannte, war es natürlich, dass sich die verschiedensten Ansichten über ihre Natur und Bedeutung geltend machten, deren Läuterung erst der Neuzeit vorbehalten war.

Kölliker [3] wies zuerst nach, dass die Samenkörper nicht als individuell belebte Wesen, sondern als Elementartheile des Organismus aufzufassen seien und lehrte ihre Entstehung aus Zellen kennen. In dem Zellenkerne sollten sie sich bilden und noch eine Zeit lang in diesem, dann in der Zelle aufgerollt liegen, bis sie durch Platzen der letzteren frei würden.

Lebhaften Widerspruch fand Kölliker's Auffassung bei Reichert [4], welcher, gestützt auf seine Untersuchungen von Strongylus auricularis und Ascaris acuminata, die Samenkörper, aus elementaren, kernhaltigen Zellen entstanden, durch Zellenbildungsprozess von Inhaltsportionen in Mutterzellen nebst allen ihren Bestandtheilen hervorgehen liess

Leuckart [5] spricht sich in folgender Weise über die Entwicklung der Samenkörper aus. Bald, sagt er, ist es die ganze Samenzelle, die sich mit allen ihren Theilen in das Samenkörperchen verwandelt, bald geht das Samenkörperchen ausschliesslich aus dem Kerne hervor, bald endlich entsteht es aus

---

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VII, S. 201.

2) Journal de l'anatomie et de la physiologie 1868, S. 184.

3) Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, 1841. Die Bildung der Samenfäden in Bläschen.

4) Müller's Archiv, 1847, S. 58.

5) Handwörterbuch der Physiologie v. Wagner, Bd. I. S. 851.

dem Inhalt der Samenzellen. Für den letzten Fall deutet Leuckart die Entwicklungsbläschen der Samenzellen nicht als Kerne, wie Kölliker sondern als endogen gebildete Zellen. Die Samenzellen selbst sollen auf endogenem Wege in Mutterzellen ihren Ursprung nehmen.

Eine spätere Untersuchung dieses Gegenstandes führte Kölliker von seiner früheren Ansicht zurück[1].

Nicht innerhalb des Kernes, sondern durch Auswachsen desselben sollen die Samenkörper entstehen, jedoch wird dieses nur für die Säugethiere mit Bestimmtheit ausgesprochen. Die eigentlichen Samenzellen sind vorzüglich kleinere Zellen und grössere Cysten mit vielen Kernen. Die Kerne dieser Zellen und Cysten verlängern sich und platten sich ab. Dann zeigt sich eine Scheidung derselben in einen vorderen, dunkler contourirten und einen hinteren, etwas kleineren, blassrandigen Theil. Während am vorderen Pole häufig eine ganz kleine, dunkle, knopfartige Verdickung sich zeigt, tritt am hinteren Ende ein kurzer, fadenförmiger Anhang auf, der bald zu einem längeren Faden sich gestaltet, während zugleich der blassere, hintere Theil des Kernes immer mehr an Grösse abnimmt. Die entwickelten Samenfäden liegen einige Zeit zusammengerollt in ihrer Mutterzelle und werden meist so frei, dass der Kopf an der einen, der Faden an der anderen Seite die Mutterzelle durchbricht. Die Reste der letzteren bleiben theils als kappenförmige Ueberzüge der Körper, namentlich aber als Anhänge der Fäden, noch länger an den Samenkörpern sitzen. Schliesslich resumirt Kölliker seine Anschauung über die Entwicklung der Samenkörper im ganzen Thierreiche in folgender Weise:

1) Die befruchtenden Elemente aller Thiere entwickeln sich durch directe Umwandlung der Kerne der Samenzellen.

2) Die unbeweglichen Samenelemente der Arachniden, Myriapoden u. s. w. sind einfach veränderte oder in der Form umgewandelte Kerne.

3) Bei den beweglichen Samenelementen oder den Samenfäden hat sich neben dem Körper des Samenfadens aus dem Kern ein beweglicher Faden hervorgebildet.

Ankermann[2] lässt die Samenfäden des Frosches jeden für sich aus einer kernhaltigen Zelle entstehen. Der Kern wächst zum Griff aus, während der Schwanz durch eine Ausstülpung der Zellmembran entstehen soll.

Pflüger[3] erklärte den Samenkörper für eine kleine Flimmerzelle und führt seine Entstehung auf freie Zellbildung zurück.

Henle[4] nimmt mit Kölliker an, dass beim Menschen und den Säugethieren die Körper der Samenfäden metamorphosirte Kerne seien, dass jedoch zum Behuf der Bildung des Schwanzes der dauernde Zusammenhang des Körpers mit der Zelle ein unerlässlicher sei.

---

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VII, S. 201.
2) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VIII, S. 129.
3) Ueber die Eierstöcke, S. 93.
4) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 356.

Grohe[1] hält es für wahrscheinlich, dass die contractile Substanz der Samenkörper sich selbständig aus dem Zellinhalte hervorbilde, analog den Sarcous elements der Muskelzellen.

Nach den Untersuchungen von Schweigger-Seidel ist das Samenkörperchen kein einfaches Kerngebilde, sondern entspricht als umgewandelte, einstrahlige Wimperzelle einer ganzen Zelle.

In meiner gleichzeitig erschienenen ersten Mittheilung[2] sprach ich mich dahin aus, dass ebenso wie den Kernen, dem Protoplasma der Samenzellen Antheil an der Bildung der Samenkörper zugeschrieben werden müsse, und suchte eine Darstellung von der Entwicklung der Samenkörper bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien zu geben. In einer zweiten Mittheilung konnte ich die an Arthropoden und Mollusken gemachten Erfahrungen hinzufügen.

Wie Zènker bei Asellus[3], Keferstein[4] bei Helix pomatia beobachtete ich eine Entwicklung von Samenfäden mit Persistenz des ursprünglichen Kernes.

Seitdem hat Kölliker[5] sich wiederum über die Entwicklung der Samenkörper ausgesprochen, findet jedoch keine Veranlassung von dem früher Behaupteten abzugehen.

Owsjannikow[6] gibt uns sehr interessante Daten über die noch wenig untersuchte Entwicklung der Samenkörper bei den Fischen. Die Hoden der Salmonen besitzen Epithelialzellen, die meistens eine cylindrische Form haben, in zwei Reihen liegend. Die Zellen besitzen einen grossen, weissen Kern mit deutlichen Kernkörperchen und Protoplasma. Die Zellen der zweiten und dritten Reihe zeigen Theilungen des Kernes und des Protoplasma, nehmen dabei sehr an Grösse zu und können 10—15 und mehr junge Tochterzellen in sich beherbergen, ohne ihre Form einzubüssen. Diese sind die jungen Samenkörper. Der Kern der Zelle wird zum Kopf und das denselben umgebende Protoplasma zum Schwanz desselben.

Metschnikow[7] hat wichtige Thatsachen über die Entwicklung der Samenkörper mitgetheilt, welche mir leider nicht zugänglich waren. Nach einem ausführlichen Referate von Hensen und Kupffer fand er beim Regenwurm Samenzellen mit körnigem Kern. Die Körnchen ballen sich im Kerne zusammen und bilden in diesem eine glatte Kugel, welche sich mit dem Kerne verlängert, während das Plasma der Zelle an der einen Seite zu einem Faden auswächst.

1) A. a. O. S. 426. 2) Max Schultze's Archiv, Bd. I, S. 403.
3) Archiv für N. S. 20. 103.
4) Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Bd. III, S. 1215.
5) Handbuch der Gewebelehre, S. 530.
6) Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, T. XIII, S. 245.
7) Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg, 1868.

Beim Flusskrebs soll der Kopf aus einer selbständigen, intercellularen Bildung, welche neben dem Kerne liegt, hervorgehen.

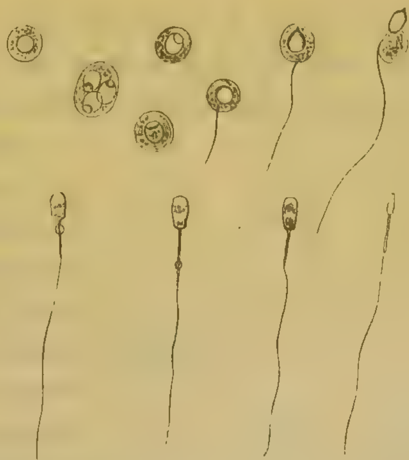
Auch bei der Fliege soll der Kern keine Rolle spielen, aber der Körnerhaufen, aus dem der Samenkörper hervorgeht, theilt sich, um nachher wieder zu einem einfachen Element zu verschmelzen. Ebenso bilden sich die grossen Fäden von Cyprois neben dem Kerne.

Balbiani[1] beobachtete ebenfalls einen Körper neben dem Zellenkern, der sich zum Kopfe des Samenkörpers entwickelt.

Ich selbst habe meine Untersuchungen über die Entwicklung der Samenkörper bis zu jüngster Zeit fortgesetzt und will jetzt meine Anschauung über diesen Gegenstand in Kürze darstellen. Wie sich die Samenzellen vermehren, darüber habe ich schon früher ausführlich berichtet. Als Ausgangspunkte der Samenkörper-Entwicklung sehe ich ein- oder mehrkernige Zellen an, deren Kerne granulirt erscheinen. Der Kern wird darauf hell und zeigt eine eigenthümliche Veränderung. Beim Meerschweinchen behält er noch eine Zeit lang ein rundes Kernkörperchen, erfährt jedoch in seiner oberen Hälfte eine Auflagerung in Gestalt eines Knötchens, welches sich verbreitert und nebst dem Kerne im optischen Durchschnitt die Form eines Siegelringes zeigt. Darauf verlängert sich der Kern und tritt an der einen Seite aus der Zelle hervor. Das Kernkörperchen ist jetzt geschwunden. An der anderen Seite sprosst aus dem Protoplasma der Zelle der Faden heraus, welcher mit dem Kern in Verbindung tritt. Die Zellensubstanz, welche anfangs noch sackförmig den Kern- und oberen Theil des Fadens umschloss, schwindet mehr und mehr und haftet zuletzt, in dem der Kopf nach der einen Seite frei geworden, nach der anderen der Faden hervorgewachsen ist, zuletzt noch als grösserer oder kleinerer Anhang demjenigen Abschnitte des Fadens an, welcher dem Schweigger-Seidel'schen Mittelstücke entspricht. Dieses bildet gewissermassen die Verlöthungsstelle zwischen Kopf und Faden. Das Knöpfchen am Kerne ist zu dem kappenförmigen Anhange geworden.



Fig. 183. Entwicklung der Samenkörper des Meerschweinchens, *a* Kopfkappe.


Fig. 184. Entwicklung der Samenkorper des Hundes.

1) Journal de l'Anatomie et de la physiologie, 1868, S. 218.

Beim Hunde sah ich zweierlei eigenthümliche Veränderungen des Kernes. Die eine bestand darin, dass sich an einer Seite des Kernes ein bläschenartiger Körper zeigt, die andere lässt an der oberen Hälfte des Kernes einen dickeren Contour erscheinen.

Ob die Samenzelle ein- oder vielkernig ist, bleibt sich vollständig gleich, da die vielkernige nicht anders, als eine Summe einzelner aufzufassen ist, deren Zahl der Zahl der Kerne entspricht, nebst einer gewissen Menge der die Kerne umgebenden Zellsubstanz.



Fig. 185. Aus dem Hoden der Maus.

Kölliker sagt: »Dass die Samenzellen keinen wesentlichen Antheil an der Bildung der Fäden der Spermatozoen haben, geht am besten daraus hervor, dass sehr oft viele Samenfäden in einer Zelle sich bilden.« Eigentlich bildet sich jeder Samenfaden aus seiner besonderen Zelle, die Zellsubstanz der einzelnen Zellen ist jedoch in diesem Falle nicht von einander getrennt.



Fig. 186. Entwicklung der Samenkörper des Maulwurfes.

Kölliker nimmt also noch immer die Bildung des Fadens aus dem Kerne an.

Ich muss bemerken, dass ich niemals Kerne mit stummelförmigen Schwänzen ohne Zellsubstanz gesehen habe und eingerollte Fäden, seitdem mir der Concentrationsgrad der anzuwendenden Flüssigkeiten bekannt ist, nicht mehr sehe.

Kölliker glaubt, dass bei der Bildung des Fadens der sich entwickelnde Kern erst an einem Pole in eine zarte Röhre auswachse. Diese Kernanhänge habe ich an Samenkörpern des Stieres aus $^1/_2$% Kochsalzlösung und solcher von chromsaurem Kali häufig gesehen und deute sie mit Henle als Reste der Samenzellen.

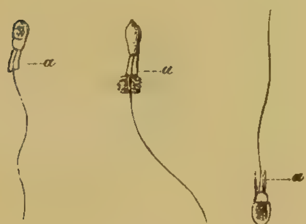


Fig. 187. Samenkörper des Stieres mit Kernanhang.

Die Entwicklung der Samenkörper des braunen Landfrosches musste bisher als eine höchst wunderbare und unter den Wirbelthieren ausnahmsweise aufgefasst werden. Nachdem sich schon Remak, Ankermann und Kölliker darum bemüht haben, ist sie neuerdings wiederum von Neumann untersucht worden. Es würde zu weit führen, die bisherigen Ansichten darüber hier wiederzugeben und will ich nur kurz meine Erfahrungen berichten. Die Samenkörper der Rana temporaria entwickeln sich gerade so wie die der esculenta. Ihre Samenzellen bilden Kugeln wie die Hodenkugeln der Insekten. Diese Kugeln sind von einer zarten Membran um-

geben, welche einzelne grosse, mit einem Kernkörperchen versehene Kerne trägt. Die Zellen, anfangs gross und gering an Zahl, mit körnigem Kern, vermehren sich durch Theilung zu einem bedeutenden Haufen. Jede von ihnen producirt einen Samenkörper, indem der Kern heller wird und zum Kopfe, die Zellsubstanz zum Faden auswächst. Schliesslich platzt die Membran der Hodenkugel und zeigt neben Protoplasmaresten einen oder mehrere Kerne, welche jedoch mit den Samenzellen niemals etwas zu thun hatten. Für das Studium der Samenentwicklung bei den Fischen fand ich ein sehr passendes Object an dem Hoden des Glattrochens. Von 10 μ. grossen Zellen mit 5 μ. messenden hellen Kernen schien die Bildung der Samenkörper auszugehen. Wie bei einzelnen Säugethieren bemerkte ich an der einen Seite des Kernes eine bläschenförmige Aushöhlung. Dann zog sich der Kern in die Länge und zeigte am obern Ende eine Art von Knöpfchen. Die Zelle liess an der entgegengesetzten Seite den Faden hervorsprossen, der bald mit dem Kerne in Verbindung trat. Der Kopf wurde immer länger und erschien umgebogen, noch immer von der Zelle umgeben. Dabei fing er an sich korkzieherförmig aufzuwinden. Schliesslich streckte er sich wieder und zeigte eine regelmässig geformte, 34 μ. lange Spirale mit einem geraden Faden von 85 μ.



Fig. 188. Entwicklung der Samenkörper von Rana temporaria.

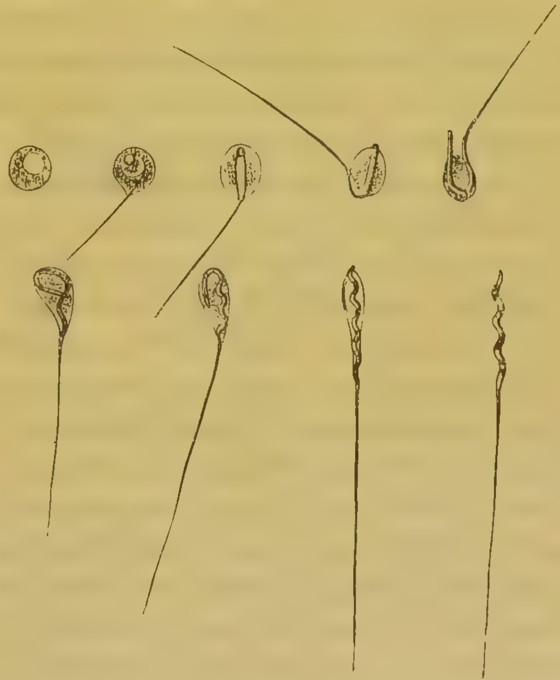


Fig. 189. Entwicklung der Samenkörper von Raja batis.

Wir sehen also eine vollständige Uebereinstimmung in der Entwicklung der Samenkörper bei den Wirbelthieren. Für die Wirbellosen sind meine Untersuchungen nicht erschöpfend; so viel ist gewiss, dass bei den Mollusken und Arthropoden ein Theil des Fadens aus einem neben dem Kerne liegenden glänzenden Körper hervorgeht. Ob dieser Körper ein Theilproduct des Kernes ist, bleibt zweifelhaft. Wohl habe ich ihn doppelt, neben ihm noch mehrere Kerne liegen sehen, oft auch nur eine kernige

Masse, aus der er hervorzugehen schien. Jener obere Theil des Fadens erscheint bei seiner Entstehung immer verdickt, wenn sich auch an den reifen Samenkörpern kein eigentlicher Körper unterscheiden lässt.

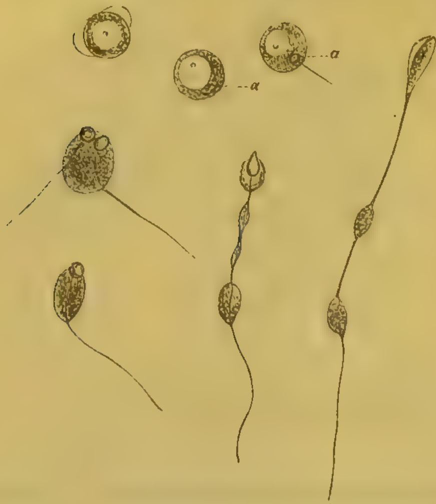


Fig. 190. Entwicklung der Samenkörper von Helix nemoralis.

Zum Hervorsprossen des Fadens scheint auch hier das Protoplasma der Zelle unerlässlich zu sein.

Gefässe und Nerven des Hodens.

Die Blutgefässe des Hodens, welche aus der Art. spermatica interna hervorgehen, dringen vom hinteren Rande aus in die Drüse ein und verzweigen sich theils im Corpus Highmori, theils auf der Oberfläche des Organes unter und innerhalb der Albuginea. Von beiden Seiten aus treten sie zum Parenchym der Drüse, um die Samencanälchen in einem weitmaschigen Capillarnetze zu umspinnen. Die Gefässvertheilung ist am Nebenhoden, zu welchem noch die Arterie deferentialis hinzutritt, etwas spärlicher. Wie die Arterien, so verhalten sich die Venen, welche in dem hinteren Theile der Albuginea ascendens entwickelt sind.

Die Lymphgefässe des Hodens sind in neuerer Zeit durch die Untersuchungen von Ludwig und Tomsa [1] sehr genau erforscht worden. Dass sie eine bedeutende Entwicklung erreichen, wusste man schon seit Panizza [2], ihr Ursprung war jedoch bisher unbekannt.

Ludwig und Tomsa haben nun dargethan, dass die Lymphgefässe der Drüse aus weiten, zwischen den Samencanälchen verlaufenden, wandungslosen Gängen ihren Ursprung nehmen. His [3] konnte jene Angabe bestätigen, und vermochte durch Silbereinwirkung nachzuweisen, dass die Lymphwurzeln im Hoden mit einem charakteristischen Epithel ausgekleidet sind. Auch Frey [4] stimmt auf Grund zahlreicher Injectionen der Anschauung jener Forscher bei. Tommasi [5] behandelte frische Hodenschnitte mit einer 4% Silberlösung und kam zu dem Schluss, dass die Lymphgefässe des Hodens in ein wahres System von Lacunen enden, in welchem die Samencanälchen aufgehängt sind, dass ferner die Wände dieser Lacunen mit einem Epithelium bedeckt sind, ähnlich dem der Lymphgefässe, welches sich auch auf die Samencanälchen fortsetzt.

---

1) Wiener Sitzungsberichte, Bd. XLIV, S. 221.
2) Osservazioni, Pavia 1836, Tab. VIII. 3) Zeitschrift für wiss. Zoologie, S. 469.
4) Virchow's Archiv, Bd. XXVIII, S. 370.
5) Virchow's Archiv, Bd. XXXVIII, S. 370.

Kölliker [1] tritt jenen Erfahrungen bei. Er fand beim Stiere die Durchmesser der feinsten Röhren von 40—90 μ., die Epithelialzellen 90—110 μ. lang und 10—20 μ. breit. Auch vermochte er, was mir ebenfalls leicht gelang, die Epithelzellen auf den Samencanälchen durch Behandlung mit Höllenstein darzustellen.

Was die vom Plexus spermaticus internus abstammenden Nerven des Hodens betrifft, so war es bis auf die neueste Zeit keinem Forscher gelungen, deren weiteren Verlauf zu ergründen.

Vor kurzem hat nun Letzerich [2] die Endigungsweise der Nerven in den Hoden der Säugethiere und des Menschen beschrieben.

An frischen Samencanälchen oder solchen, welche 24 Stunden lang in Chromsäure von $^1/_{20}$—$^1/_{25}$% gelegen hatten, sah Letzerich Nervenfäserchen, welche die Bindegewebschicht mit der Membrana propria durchbohren und zwischen dieser Membran und der ersten Zellenlage in dunkel granulirten Massen enden sollen, indem sie sich in eine unregelmässig gestaltete, glänzend granulirte Protoplasmamasse einsenken und in ihr in einen, bei frischen Präparaten matt, bei schwach erhärteten stärker glänzenden Kopf ausgehen. Die Nervenscheide tritt in die Protoplasmamasse nicht mit ein, sondern scheint in eine ungemein feine Membran überzugehen, welche letztere umgibt, sodass also die eigentlichen Enden der Nervenfäserchen, von verhältnissmässig kurzen, breiten, mit gewöhnlich excentrisch aufsitzenden, runden, glänzenden Knöpfchen versehenen Axencylindern gebildet werden.

Eine Bestätigung haben diese, wenn richtig, gewiss äusserst werthvollen Beobachtungen noch nicht gefunden. Ich habe mich bis jetzt vergeblich bemüht dieselben zu constatiren.

---

1) Handbuch der Gewebelehre, S. 533. 2) Virchow's Archiv, Bd. 42, S. 510.

Capitel XXV.

Eierstock und Nebeneierstock.

Von

W. Waldeyer.

Die Eierstöcke, Ovarien, sind so weit in der Thierwelt verbreitet als es eine geschlechtliche Fortpflanzung gibt. Ist ihre Einrichtung auch in vielen Fällen eine sehr einfache, dass man kaum mehr von einem besonderen Organe sprechen kann, so ist doch mit vielleicht alleiniger Ausnahme der Poriferen die Formation der weiblichen Keime an besondere Zellencomplexe und an besondere Körperstellen geknüpft, und wir können darin einen Gegensatz zu der Art und Weise finden, wie die Knospen und Keime bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sich bilden. In den Ovarien entstehen die Eier, sie werden in denselben zur Reife gebracht, mit besonderen Schutzhüllen versehen und oft Jahre lang aufbewahrt. Je höher entwickelt der Gesammtorganismus, desto complicirter ist auch im Allgemeinen der Bau der Eierstöcke.

Bei den drei höheren Wirbelthierklassen, den Säugethieren, Vögeln, Reptilien und wahrscheinlich auch bei den Selachiern, über welche mir keine eigenen Untersuchungen zu Gebote stehen, zeigt der reife Eierstock als wesentliche Bestandtheile 1) das Eierstocksepithel oder Keimepithel, 2) die Eifollikel oder Graaf'schen Follikel, in denen 3) die Eier enthalten sind. Diese Gebilde werden von einem äusserst gefässreichen, muskel- und nervenhaltigen Bindegewebsstroma getragen und zusammengefasst.

Orientiren wir uns zunächst über die Anordnung der genannten Theile an den äusseren Umrissen eines reifen Menschen- oder grösseren Säugethier-Eierstocks und an dem nebenstehenden Sagittal-Durchschnitte vom Ovarium eines erwachsenen Hundes.

Der Eierstock scheint in eine Duplicatur des hinteren Blattes vom Lig. latum eingehüllt und somit von der Serosa überzogen; der aufmerksame Beobachter gewahrt jedoch an der Basis des Organs eine ringsum verlaufende weisse Linie, mit welcher das Peritoneum aufhört und das Oberflächenepithel des Eierstocks, das Keimepithel, beginnt. Letzteres, vgl. Figg. 191 und 192, unterscheidet sich von dem bekannten plattzelligen Epithel des Peritoneums

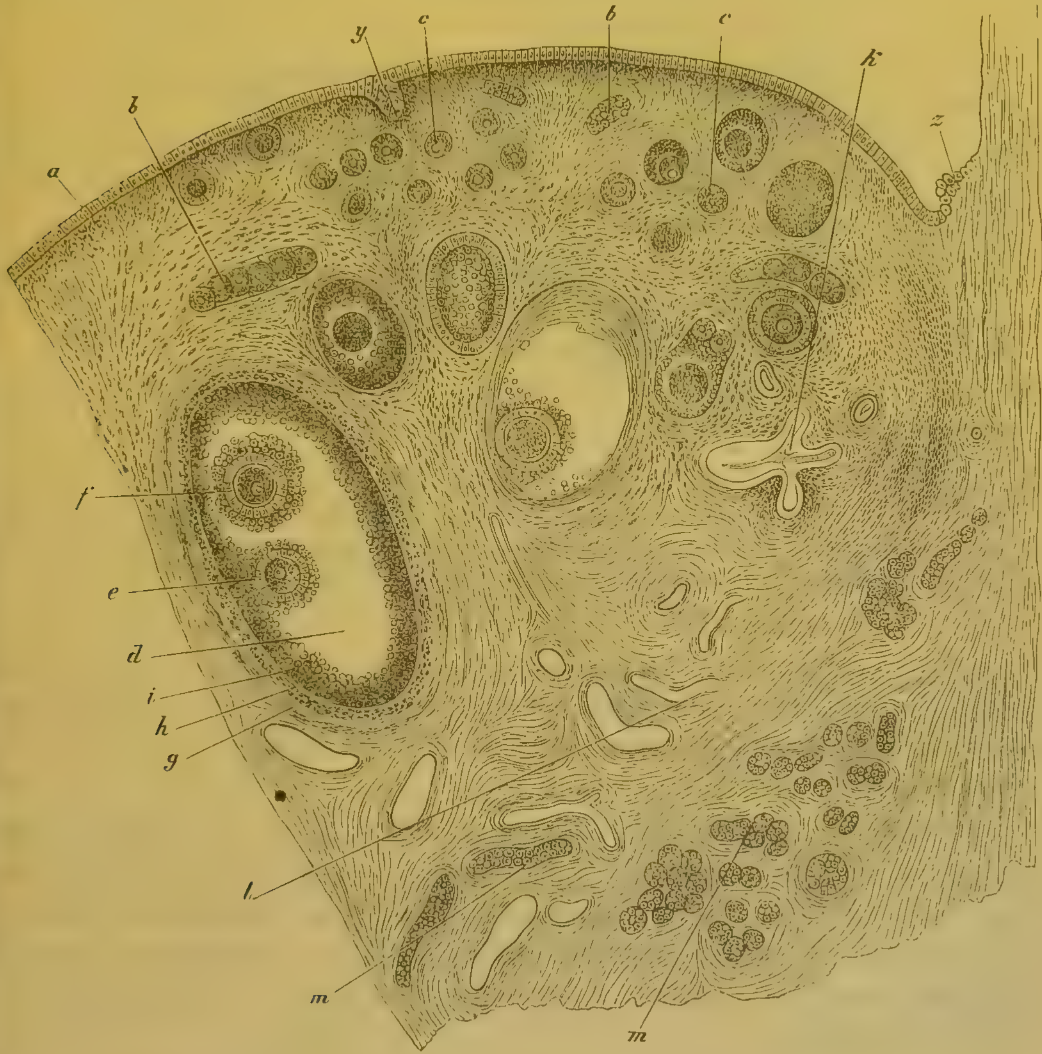


Fig. 191. Vom Ovarium einer älteren Hündin; Stück eines Sagittalschnittes. Hartnack $^3/_4$. *a.* Keimepithel. *b, b.* Ovarialschläuche. *c, c.* Jüngere Follikel. *d.* Aelterer Follikel. *e.* Discus proligerus mit Ei. *f.* Epithel eines zweiten Eies in demselben Follikel. *g.* Tunica fibrosa folliculi. *h.* Tunica propria folliculi. *i.* Follikelepithel (Membrana granulosa). *k.* Collabirter, verödeter Follikel. *l.* Gefässe. *m, m.* Zellenschläuche des Parovariums im Längs- und Querschnitt. *y.* Schlauchförmige Einsenkung des Keimepithels in das Eierstocksgewebe. *z.* Beginn des Keimepithels hart am unteren Rande des Ovariums.

durch seine cylindrischen Zellen und eine dunklere Körnung derselben. Das Keimepithel verleiht der Ovarialoberfläche ein mattgraues Aussehen, welches deutlich von der glänzenden Beschaffenheit der Serosa absticht und sich mehr dem einer Schleimhaut nähert. Wenn man das Peritoneum als eine besondere

Haut darstellen wollte, so erleidet es durch das Ovarium eine vollständige Unterbrechung in derselben Weise wie durch den Pavillon der Tube. Die Gleichheit dieser beiden Stellen sowie die Berechtigung, das Oberflächenepithel des Ovariums einem Schleimhautepithel gleichzusetzen, ergibt sich einfach aus dem Umstande, dass bei sehr vielen Eierstöcken das Tubenepithel continuirlich in das Eierstocksepithel übergeht, nur hört hier die Flimmerung auf.

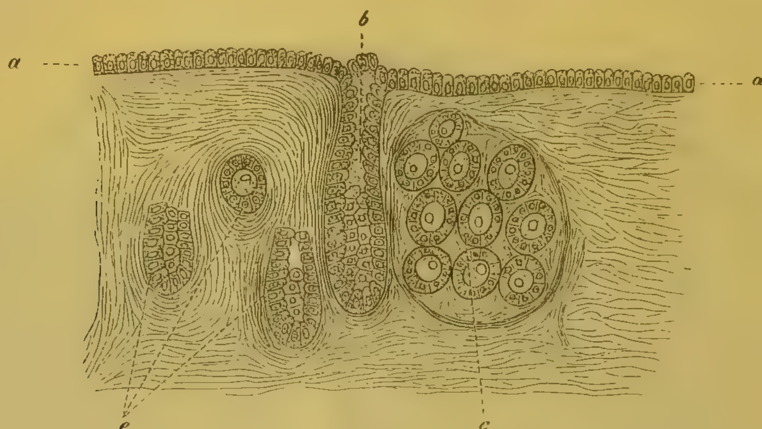


Fig. 192. (No. 14, Taf. II meines Buches[123].) Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium einer halbjährigen Hündin, Hartnack $^2/_7$. *a*. Epithel. *b*. Ovarialschlauch mit freier Mündung. *c*. Grössere Gruppe von Follikeln traubig zusammengelagert. *e*. Schräge und quere Durchschnitte von Ovarialschläuchen.

Der Keimepithelüberzug fehlt den Ovarien der Amphibien, der Knochenfische und der Cyklostomen; weiter unten wird diese Eigenthümlichkeit ihre Erklärung finden. Ueber die Ganoiden und Selachier besitze ich zur Zeit noch keine Erfahrungen.

Grössere und kleinere Graaf'sche Follikel schimmern theils durch die Oberfläche des Eierstocks hindurch, theils erheben sie sich als klare, halbkuglige Blasen mehr oder weniger über das Niveau des Organs, meist von einem sehr engmaschigen, auch schon makroskopisch sichtbaren Gefässnetz umsponnen; dazwischen trifft man einzelne sogenannte »gelbe Körper«, die Rückbildungsformen der Eifollikel.

Der senkrechte Durchschnitt zeigt uns bei *a* in Fig. 191 das Keimepithel, darunter eine aus mehreren einander kreuzenden Schichten zusammengesetzte festere Bindegewebslage, in welcher sich einzelne Ovarialschläuche *b*, *b* und jüngere Eifollikel bei *c*, *c* befinden. Dann folgen die älteren Eifollikel zum Theil mit nahezu reifen Eiern darin, endlich das gefässreiche Hilusstroma, welches man gewohnt ist als Marksubstanz den vorhergenannten Schichten, welche zusammen die Rindensubstanz bilden, gegenüber zu stellen. Bezeichnender möchten die Namen Parenchymzone, zona parenchymatosa, für die Rindenschicht, und Gefässzone, zona vasculosa, für die Marksubstanz sein. Nach diesem Schema sind die Ovarien der erwachse-

nen Säugethiere und des Menschen und im Grossen und Ganzen auch die der Vögel, Reptilien und Selachier aufgebaut. Bei den letzteren Klassen, namentlich bei den Vögeln, zerfällt nur einerseits das Organ durch tiefere Einschnitte in einzelne dicht aneinandergelagerte Lappen, und es wird andererseits durch die Zahl und Grösse der reifen Eifollikel, welche schliesslich an Stielen über die Oberfläche hinaushängen, ein traubiges Aussehen des Eierstocks herbeigeführt, was auf den ersten Blick einen grossen Unterschied zwischen der meist compakten Form eines Säugethier-Eierstocks und dem lappig-traubigen Bau bei einem Vogel oder einem Reptil zu begründen scheint.

Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass dieses Schema nur für den reifen Eierstock gilt; es gibt gewiss kein in Form und histologischer Zusammensetzung mehr wandelbares Organ als das Ovarium während der Entwickelung und geschlechtlichen Thätigkeit. Wir werden später die verschiedenen Entwickelungsphasen zu besprechen haben, bleiben wir zunächst bei der Schilderung des reifen Eierstocks.

Der grösste Theil des Ovarialstromas beim Menschen und Säugethier ist rein bindegewebig. Das Bindegewebe der Gefässzone ist langfasrig und weniger fest, seine Bündel sind nicht selten von elastischen Fasern umsponnen; das der Parenchymzone scheidet sich beim erwachsenen Weibe in eine derbe, kurzfasrige äussere Lage, deren Bündel einander in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen, und in eine sehr zellenreiche innere Schicht, in welcher die Follikel ruhen; die grösseren Follikel reichen bis in den Anfang der Gefässzone hinein.

Die Aufrechterhaltung einer Albuginea beim Ovarium als einer besonderen Haut dürfte jetzt mehr durch das Recht des Alters, als durch eine anatomische und histologische Nothwendigkeit beliebt werden. Mit Messer und Scheere lässt sich keine besondere bindegewebige Hülle abpräpariren. Mikroskopisch zeigt sich beim Menschen, wie es Henle[50] treu dargestellt hat, zu äusserst eine aus ziemlich kurzen, derben Bindegewebsfasern mit wenig eingestreuten Spindelzellen bestehende, meist dreischichtige Lage. Diese drei Schichten, von denen die erste und dritte gewöhnlich mit sagittalem, die mittlere mit transversalem Faserlauf das Ovarium überziehen, können zusammen als Albuginea bezeichnet werden. Doch ist zu bemerken, dass bei Neugeborenen und bis zum dritten Lebensjahre hin keine continuirliche Faserlage unterschieden wird, indem unmittelbar unter dem Epithel Eischläuche und Eifollikel liegen, und dass ferner mit dem späteren Alter die Zahl dieser zellenarmen, derben strata zunimmt, so dass man 5—6 solcher Schichten antreffen kann; endlich kommt hinzu, dass die sogenannte Albuginea mit den unter ihr liegenden Fasermassen untrennbar und durch unmerkliche Uebergänge verbunden ist.

Zunächst auf die eben erwähnten parallelen Faserzüge der sogenannten Albuginea folgt eine gleichfalls noch wenig zellenreiche Lage derben Bindegewebes, dessen Fasern gar keine besondere Stratifikation zeigen, sondern in den verschiedensten Richtungen verlaufen, und nach innen in die zellenreiche, die meisten Follikel einschliessende Schicht des Stroma's übergehen. Alle die in diesen peripherischen Schichten vorhandenen Bindegewebsfasern

erscheinen auf dem Querschnitt dunkel, fast wie elastische Fasern, auf dem Längsschnitt glänzend. Auch durch Essigsäure sind diese Partieen nur schwer aufzuhellen; will man die kleinen hie und da noch eingelagerten Follikel schnell sichtbar machen, so ist die Behandlung mit kaustischem Natron zu empfehlen.

Um die jüngeren Follikel herum ist weiter in der Tiefe das Ovarialstroma äusserst zellenreich. Die Zellen sind spindelförmig, manchmal mit sehr langen Ausläufern versehen. Da, wo stärkere Gefässstämme diese Zellenschicht durchsetzen, um zur Oberfläche des Eierstocks zu ziehen, sind dieselben auch von stärkeren Bindegewebszügen begleitet, welche peripherisch sich schirmähnlich ausbreiten und sich wie Gerüstbalken zwischen dem zarteren Zellengewebe ausnehmen; vgl. darüber besonders Henle[50], pg. 481. Bei Thieren, namentlich solchen, deren Ovulation häufiger von Statten geht, findet man hier sehr viele Körnchenzellen, wol ein Zeichen, dass in dieser Schicht, wo die Entwickelung und Rückbildung der Follikel hauptsächlich Platz greift, auch das Stroma mannichfachen Veränderungen unterliegt. His[52] hat noch eine zweite Art von Zellen, die er »Kornzellen« nennt, und die in allen Stücken gewöhnlichen farblosen Blutzellen gleichen, im Eierstock nachgewiesen. Seine Annahme, dass aus denselben das Follikelepithel entstehe, muss jedoch, wie sich weiter unten ergeben wird, als eine irrthümliche bezeichnet werden.

Die glatten Muskelfasern im Ovarium beschränken sich, was die Säugethiere anlangt, auf die Gefässzone, welche sich unmittelbar an die eben geschilderte zellenreiche Schicht der Parenchymzone anschliesst. Sie liegen dort in einzelnen längsziehenden Bündeln um die grösseren und mittelstarken Arterien herum, die sie mitunter scheidenartig umhüllen, vgl. Aeby[1] und Grohe[49]. Sie lassen sich bis an die Grenze der Rindensubstanz verfolgen, treten aber, wenigstens beim Menschen und bei unseren Haussäugethieren, nicht in die letztere selbst ein; keinesfalls gelangen sie bis zu den Follikelwandungen. Etwas anders verhält es sich bei den Amphibien und bei den Knochenfischen, bei denen man überall in den grösseren Stromabalken Züge glatter Muskelfasern zwischen den Eifollikeln hinziehen findet, die sich zum Theil bis in deren äussere Wandschicht erstrecken. Die Ovarien der Knochenfische haben sogar einen vollständigen muskulösen Ueberzug, von dem aus zahlreiche kleinere Muskelbalken in die einzelnen eiertragenden Lamellen ausstrahlen.

Die Frage nach dem Verhalten der glatten Muskelfasern im Ovarium hat zu einer noch keineswegs entschiedenen Controverse Veranlassung gegeben, welche namentlich durch die Erwägung veranlasst wurde, ob nicht die Muskulatur in irgend einer Beziehung zur Eröffnung der Follikel und zur Austreibung der Eier stände. Am weitesten gehen His[52], Rouget[99], Klebs[56] und Aeby[1], welche dem glatten Muskelgewebe einen grossen Antheil an der Zusammensetzung des Ovarialstroma's zuschreiben. His meint sogar fast das gesammte interstitielle Gewebe der Ovarien als ein eigenthümlich modificirtes, gleichsam verkümmertes Muskelgewebe, für welches er den Namen »Spindelgewebe« vorschlägt, ansehen zu können. Die Ge-

fässe des Ovariums besitzen nach HIS keine Adventitia und Media im gewöhnlichen Sinne, sondern ihre Muskelschichten sollen sich nach und nach in das Stromagewebe des Ovariums auffasern; HIS sieht sämmtliche spindelförmige Zellen der Ovarien für solche verkümmerte Muskelzellen an. AEBY[1] lässt die glatten Faserzellen bis in die äussere Wandschicht der Eifollikel treten. ROUGET[99] bringt ausserdem die Muskelbündel in eine eigenthümliche physiologische Beziehung zu den Gefässen; es solle im Ovarium dieselbe Anordnung der Gefässe und der sie scheidenartig begleitenden Muskelbündel vorhanden sein, wie in den erectilen Organen. Indem ROUGET nun den Mechanismus der Erection an dieses Zusammenvorkommen von Gefässen und glatten Muskelfasern knüpft, schreibt er auch dem Ovarium ein Erectionsvermögen zu, welches namentlich zur Zeit der Menstruation in Function trete und den Austritt der Eier befördere. Thatsache ist die eigenthümliche Verbindung von Gefässen und sie begleitenden glatten Faserbündeln in den erectilen Organen; doch fehlen zur Stunde noch directe Beobachtungen über eine etwaige Erection der Ovarien. Contractionen des Stroma's beobachtete PFLÜGER[86] auf directe electrische Reize bei Fröschen, kam indessen bei Kaninchen zu keinem entscheidenden Resultate; HIS[52] deutet die starke Vorwölbung der Schnittflächen bei frischen Rindsovarien als Contractionsphänomen; FREY[40] spricht sich in ähnlichem Sinne aus. Die Resultate meiner Untersuchungen stimmen am meisten mit dem von KÖLLIKER[59], HENLE[50], PFLÜGER[84] u. A. Gefundenen überein, wonach dem glatten Muskelgewebe keine so weite Verbreitung im Ovarialstroma zugestanden werden kann, wie HIS, AEBY und KLEBS es wollen. v. WINIWARTER[126] hat neuerdings die Elemente der Rindenschicht einer genauen histologischen und histochemischen Analyse unterzogen, aber keine glatten Muskelfasern nachweisen können. Uebrigens stammen die glatten Muskelfasern des Eierstockshilus von Bündeln her, welche vom Ligamentum ovarii und vom Ligamentum latum in den Hilus des Organs einstrahlen; man vgl. darüber besonders die Angaben von GROHE[49] und LUSCHKA[72]. —

Ich habe schon vorhin den ausserordentlichen Reichthum des Eierstocksstroma's an Gefässen erwähnt; der Hilus ovarii enthält ein Convolut von weiten Venen, die bei stärkerer Injection eine Art Gefässbulbus darstellen, Bulbe ovarien ROUGET[99]. Die Arterien behalten auch im Ovarium den eigenthümlich korkzieherartig gewundenen Verlauf bei, den schon die grösseren Stämme, die A. spermatica interna und die von der A. uterina sich abzweigenden Aeste, zeigen. Das reichste Capillarnetz, fast ähnlich der membrana Ruyschiana der Chorioidea, findet sich in der inneren Follikelhaut und ist dort besonders von HIS[53] beschrieben worden; es ist nicht schwierig dasselbe sich in natürlicher Füllung sehr schön zu Gesicht zu bringen, wenn man die Wandung eines kleinen Follikels frisch mit Jodserum unter dem Mikroskope ausbreitet.

Nach den Angaben von HIS[52] finden sich Lymphgefässe am Hilus ovarii; ferner weite, sackartige Lymphräume, welche die Follikel und gelben Körper schalenförmig umgeben, und wodurch die leichte Auslösbarkeit dieser Gebilde bedingt wird; alle diese Räume sind vermittelst der Einstichsmethode leicht zu injiciren.

Genaueres über den Verlauf der Nerven im Ovarium lässt sich zur Stunde noch nicht angeben. Ich habe neuerdings bei Kaninchen-Eierstöcken, die ich gefrieren liess und dann feine Schnitte mit Goldchlorid behandelte,

zarte, nur mit einer sehr dünnen Markscheide versehene Nervenfasern bis zwischen die grösseren Follikel verfolgt; ihre Endigungsweise vermochte ich jedoch nicht darzustellen.

Die Lagerung der Graaf'schen Follikel im Eierstocke ist weder in den verschiedenen Lebensaltern noch bei den einzelnen Säugethierspecies eine gleiche; wir kommen auf den ersteren Punct weiter unten bei der Entwickelung des Ovariums zurück. Für einzelne öfter zur Untersuchung verwendete Säugethiere möge bemerkt werden, dass bei der Katze und beim Kaninchen dicht unter der sogenannten Albuginea eine Reihe kleinster Follikel in traubigen Gruppen zusammengelagert erscheint; es ist dies die Corticalzellenzone von Schrön [102], Corticalzone von His [52]. Schrön nahm diese jüngsten Follikel irrthümlich für Eier, und ist auf diesen Umstand seine Darstellung der Eientwickelung zurückzuführen. Auch beim Hunde kommen diese traubig zusammengelagerten Follikel vor, vgl. Fig. 192 *c*. Bei dem Menschen, dem Rinde und dem Schweine, überhaupt bei den grösseren Geschöpfen, liegen die Follikel in der vorhin erwähnten zellenreichen Schicht der Parenchymzone, in der Follikelschicht, mehr zerstreut, indem das interstitielle Gewebe zwischen ihnen stärker entwickelt ist.

Man unterscheidet an einem grösseren Graaf'schen Follikel, vgl. Fig. 191 *d*, eine bindegewebige Wandung, Theca folliculi v. Baer [2–5], an der zwei Lagen, die von Henle [50] sogenannte Tunica fibrosa (als äussere Schicht) und die Tunica propria folliculi, erkennbar sind. Die Tunica propria trägt auf ihrer inneren Fläche eine bei den Säugethieren mehrschichtige Cylinderepithellage, das Follikelepithel oder die Membrana granulosa der Autoren. Das Epithel, vgl. Fig. 191 *i*, ist an einer oder mehreren Stellen, je nach der Zahl der im Follikel enthaltenen Eier, zu einem mehr oder minder starken, hügligen Vorsprunge angehäuft, der frei in das Follikellumen hineinragt, der Discus oder cumulus proligerus, Keimscheibe oder Keimhügel. Mitten in diesem Keimhügel steckt gewöhnlich das Ei; der übrige Follikelraum enthält eine klare Flüssigkeit, den Liquor folliculi.

Die Tunica fibrosa ist eine schwache Lage gewöhnlichen fasrigen Bindegewebes; die sehr gefässreiche Tunica propria besteht aus einem zellenreichen jungen Bindegewebe; die Zellen haben Spindel- und Sternformen, daneben kommen viel rundliche, den amöboiden Körpern gleiche Zellen vor, in denen man nach Injection von Zinnober in die Gefässbahn die Farbstoffkörnchen wiederfindet; beide Lagen gehen ohne scharfe Grenze in einander über. An den jüngeren Follikeln fehlen diese Schichten; die Epithelmasse mit der Eizelle liegt hier einfach in einer rundlichen Stromalücke. Ich bin eben so wenig wie Henle [50] im Stande, bei den Säugethieren eine structurlose Basalmembran, weder an den älteren Follikeln, wie Kölliker [59] es wollte, noch an den jüngsten Bildungen aufzufinden. So wie das nackt in das Stroma eingelagerte Follikelepithel mit der Eizelle wächst, übt es gewissermassen einen Reiz auf das umgebende Stroma aus, in Folge dessen man um die etwas grösseren Follikel zunächst eine reich-

lichere Vascularisation bemerkt. Sehr bald zeigt sich nun die erste Spur der späteren Tunica propria in einem Ringe junger Bindegewebszellen um den Epithelbaufen. Dieser Ring wächst mit der zunehmenden Vascularisation, und später gehen seine äusseren Lagen in gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe, die Tunica fibrosa, über. Somit erscheint die Entstehung der Follikelwandungen als unmittelbar an die Ausbildung der Gefässe geknüpft, und es liegt nahe, ausgewanderten farblosen Zellen einen gewissen Antheil daran zuzuschreiben.

Die cylindrischen Zellen des Follikelepithels erscheinen durchaus membranlos; ihr nahezu elliptischer Kern ist klar durchscheinend und liegt ziemlich in der Mitte der Zelle. Das Protoplasma muss, dem Verhalten bei leichtem Drucke nach zu schliessen, eine grosse Zähigkeit und Dehnbarkeit besitzen; es zieht sich gern in lange Fäden aus, mittelst derer einzelne Zellen aneinanderhaften. Viele der Epithelzellen enthalten Fettkörnchen, andere helle, glänzende Tropfen, Vacuolen ähnlich, wieder andere zeigen eine unregelmässige wie geschrumpfte Form, und diese Zellen lassen sich auch leicht unter dem Deckglase vollkommen zerdrücken, ja sie zerfallen oft schon in eine feinkörnige Masse, wenn man einen etwas starken Strom unter dem Glase erregt. Ich bin geneigt, aus Allem diesen den Schluss zu ziehen, dass die Zellen des Follikelepithels nach und nach im Liquor folliculi zu Grunde gehen, und dass ihre Zerfallsproducte zum guten Theile bei der Bildung des Liquor ihre Verwendung finden, den man sich somit als Bluttranssudat mit aufgelöster Epithelzellensubstanz denken muss; vgl. auch darüber die Angaben von Luschka[71].

Der Liquor folliculi zeigt frisch eine schwach alkalische, fast neutrale Reaction, ist klar, oder wird wenigstens ganz klar, wenn nach etwa 24stündigem Stehen die suspendirten Zellentrümmer sich zu Boden gesenkt haben. Der darin gelöste Eiweisskörper besteht meinen Untersuchungen nach fast vollständig aus dem von Scherer sogenannten Paralbumin[123].

Am Discus proligerus, welcher sich übrigens nur bei den Eifollikeln der Säugethiere und des Menschen findet, hat man den zum Follikel gehörigen Antheil und das »Eiepithel« zu unterscheiden. Letzteres, vgl. Fig. 191 *f*, und Fig. 193 *G*, *a*, bildet einen continuirlichen Kranz von Cylinderzellen um das Ei, die ganz nach Art eines Epithels der Zona pellucida aufsitzen. Bei den jüngeren Follikeln ist noch kein Flüssigkeit führender Follikelraum zu sehen; das Ei nebst einer noch einfachen Epithelzellenlage füllt den Binnenraum vollständig aus. Allmählich tritt eine mehrfache Lage von Epithelzellen auf, welche das Ei umbettet; später erst bemerkt man an einer vom Ei entfernten Stelle eine dasselbe nahezu halbmondförmig umkreisende Spalte, die sich mit Flüssigkeit erfüllt zeigt; es ist das die erste Spur des Follikelraumes; ein grösserer Haufen Epithelzellen als Anlage des Discus proligerus bleibt dabei dicht um das Ei angehäuft liegen.

In Bezug auf die Lage des Eies im Säugethier-Follikel möge erwähnt werden, dass dieselbe keine constante zu sein scheint; eine Anzahl Forscher

wie Schrön [102] und Henle [50] wollen den Discus proligerus stets nahe der tiefsten Stelle des Follikels gefunden haben, wo letzterer mit dem Ovarialstroma am innigsten verwachsen ist, und die grösste Blutzufuhr erwartet werden kann. Andere wieder wie Coste [33] lassen den Discus dicht unter der oberflächlichsten Stelle des Follikels seinen Platz einnehmen. Ich habe beiderlei Lageverhältnisse angetroffen.

Bei der Schilderung des Baues der Eier lassen sich auch die Eier der Wirbellosen mit in unsere Betrachtung hineinziehen, indem alle Eier in ihren wesentlichen Theilen einander gleich sind, so sehr sie auch äusserlich von einander abzuweichen scheinen.

In seiner ersten Anlage ist jedes Ei eine einfache Zelle mit weichem, körnigem, membranlosem Protoplasma, Kern und Kernkörperchen; wir werden weiter unten bei Besprechung der Entwickelung näher auf die Eigenschaften der jüngsten Eizellen, die ich mit His als »Primordialeier« bezeichne, eingehen. Man nennt seit Purkyně's, v. Baer's und Rud. Wagner's Entdeckungen das Protoplasma der (primordialen) Eizelle den »Eidotter« (vitellus), oder, nach einer empfehlenswerthen Bezeichnung von His, den »Hauptdotter«. Mit Rücksicht auf sein Verhalten bei der Entwickelung, da er allein den Furchungsprocess durchmacht, führt dieser Dotter auch den Namen »Bildungsdotter«. Für den Kern und das Kernkörperchen sind die Bezeichnungen »Keimbläschen« (vesicula germinativa, Purkyně'sches Bläschen) bez. »Keimfleck« (macula germinativa, Wagner'scher Fleck) im Gebrauch.

Bereits während seines Aufenthaltes im Graaf'schen Follikel kommen zu dem Primordialei eine Reihe umgelagerter sekundärer Bildungen hinzu, die sämmtlich als Producte des Follikelepithels anzusehen sind. Es gehören dahin die Dotterhaut, Eihaut, membrana vitellina oder, wie sie beim Sängethierei gewöhnlich genannt wird, die zona pellucida, und der Nahrungsdotter oder, nach der His'schen Bezeichnung, der Nebendotter. Sind diese letztgenannten Theile gehörig ausgebildet, so haben wir das »reife Eierstocksei« vor uns, welches nunmehr seinen bisherigen Ruheplatz, den Eifollikel, verlässt, um der Befruchtung entgegen zu gehen. Während die reifen Eierstockseier den Genitalkanal passiren, erhalten die meisten von ihnen, namentlich diejenigen, in welchen sich der Embryo erst ausserhalb des mütterlichen Körpers weiter entwickelt, noch eine grössere oder geringere Anzahl schützender Hüllen, die von Reichert passend als Eileiterhüllen bezeichnet worden sind.

Es müssen also, wenn man zu einer richtigen Auffassung der einzelnen Eitheile sowie zu einem treffenden Vergleiche der Eier der verschiedenen Thierklassen unter einander kommen will, die Primordialeier, die reifen Eierstockseier und die mit den Eileiterhüllen versehenen Eier unterschieden werden.

Es möge hier daran erinnert werden, dass diejenigen Gebilde, welche man in den Eierstöcken der Vögel, Amphibien, Reptilien, Fische etc. gewöhnlich als Eier bezeichnet, nicht die Eier, sondern die Graaf'schen Follikel dieser Thiere sind.

Die Umhüllungsmembran des Eies, die zona pellucida, s. Fig. 193, *G*, *b*, erscheint bei mässiger Vergrösserung als eine starke, glashelle, homogene Lamelle, welche sich gegen den Dotter scharf absetzt. Wenn man dieselbe mit Nadeln zerreisst, stürzt der Inhalt im Strome hervor, und die Haut, die eine verhältnissmässig erhebliche Resistenz verräth, rollt sich zuweilen um, namentlich ist das bei der Dotterhaut der Frösche der Fall. Das chemische Verhalten der zona ist noch nicht näher gekannt; gegen Säuren, namentlich Essigsäure, ist sie sehr widerstandsfähig und auch in Alkalien nur sehr schwer löslich. Stärkere Vergrösserungen lassen nun bei der Dotterhaut fast sämmtlicher Geschöpfe ein eigenthümliches Structurverhältniss erkennen, welches zuerst von J. Müller[78] und Remak[96] bei der Dotterhaut der Fische nachgewiesen wurde. Dieselbe erscheint nämlich in radiärer Richtung mit zahlreichen Porenkanälchen durchsetzt, welche namentlich bei den Knochenfischen sehr deutlich hervortreten und der Dotterhaut hier ein sehr zierliches, im Flächenbilde chagrinirtes Aussehen verleihen.

Viel feiner sind die Porenkanälchen bei den Säugethieren, s. F. 193 *G*, *b*; bei den Vögeln habe ich sie bis jetzt am reifen Ei nicht nachweisen können; doch ist es hier sehr schwer hinlänglich dünne Durchschnitte der Dotterhaut zu erhalten; mikroskopisch zeigt sich die Dotterhaut der Vögel wie aus sehr feinen, eng verfilzten Fädchen zusammengesetzt.

Die Zellen des Eiepithels, von denen vorhin, pag. 551, die Rede war, und die namentlich bei den Säugethieren als eine besondere, vom Follikelepithel unterschiedene Schicht des Discus proligerus hervortreten, liegen der Dotterhaut unmittelbar an und haften sehr fest an derselben. Bei den Vögeln und Reptilien zerfallen die der Dotterhaut zugewendeten Enden der Follikelepithelien in eine Reihe feinster Stäbchen, wie der Cuticularsaum der Darmepithelien. Diese Basalschicht, zona radiata, ist bei den genannten Thieren die Vorläuferin der Dotterhaut; man kann dieselbe offenbar auch als eine homogene Membran auffassen, die von zahlreichen feinen Protoplasmafäden der Follikelepithelzellen durchzogen ist; vgl. Fig. 194. Bei den Fischen ist es unzweifelhaft, dass feine, haarähnliche Fortsätze, Protoplasmafäden, von den Epithelzellen ausgehen, die in den Porenkanälen der Dotterhaut stecken. Ich empfehle zu diesen Untersuchungen besonders das Barschei, welches zwei Eihüllen zeigt; die äussere dicke Eihülle lässt diese Verhältnisse sehr deutlich erkennen; es gelingt aber auch, dieselben bei hinreichend starken Vergrösserungen ($^{1}/_{1000}$) an der inneren Haut wahrzunehmen. Aehnliche Beziehungen der Zellen des Eiepithels zu der zona pellucida deutet Pflüger[84] bei Säugethiereiern an. Leydig[68] hat ein Gleiches für Insecteneier, namentlich beim Ei von Timarcha tenebricosa, beschrieben; von den Eiern der Holothurien ist es

seit langem bekannt, und es scheint daher das genannte Structurverhältniss ein sehr verbreitetes zu sein.

Die Bildung der Dotterhaut glaube ich als einen der Formation cuticularer Membranen verwandten Vorgang den Follikelepithelzellen zuschreiben zu müssen; beim Säugethierei fällt dieselbe denjenigen Zellen des Discus proligerus anheim, welche als Eiepithel fungiren. Wahrscheinlich dürfte der Process so vor sich gehen, dass ein Theil des Protoplasma's der Epithelzellen eine cuticulare Umwandlung erleidet, während feine Protoplasmafäden unverändert in der umgewandelten Masse stecken bleiben. Bereits Reichert[95] und namentlich Pflüger[84] haben die Dotterhaut in ähnlicher Weise als ein Product des Follikelepithels aufgefasst.

Von mehreren Beobachtern wird ausser der zona pellucida zwischen dieser und dem Dotter, namentlich bei Fischen und bei den Säugethieren, vgl. Ransom[91], H. Meyer[76] u. A., noch eine zweite ganz feine Haut beschrieben, die dem Dotter eng anliege; das wäre dann eine Dotterhaut sensu strictiori. Ich muss gestehen, dass eine solche Membran darzustellen mir bis jetzt nicht gelungen ist. Bischoff[17, 18] hat sich direct gegen eine zweite Dotterhaut ausgesprochen. — Neben den Porenkanälchen kommt in der zona vieler Thiere eine eigenthümliche grössere, zum Dotter führende Oeffnung vor, die von Keber[55] sogenannte Mikropyle. Dieselbe ist bis jetzt sicher nachgewiesen worden bei den Eiern vieler Wirbelloser, namentlich der Insecten, und dann bei den Fischen (Bruch[25], Reichert[93]). Bei den Insecten ist die nächste Umgebung der Mikropyle oft mit den zierlichsten Skulpturen versehen, wodurch die Stelle derselben sich sofort auf der Eihaut heraushebt; vgl. namentlich die Beschreibungen von Leuckart[66]. Auch bei den Fischen sieht man, wie z. B. Buchholz[24] es bei Osmerus eperlanus nachgewiesen hat, mitunter eigenthümliche Anhangsgebilde um die Mikropyle gelagert. Bei den Insecten entsteht sie da, wo die Eizelle mit den sogenannten Dotterbildungszellen communicirt, vgl. weiter unten und Fig. 195. Pflüger[84] hat bei Katzeneiern grössere Oeffnungen beschrieben, in welchen eine der Zellen des Discus lag, die zur Hälfte bereits innerhalb der zona, zur Hälfte noch aussen im Eiepithel sich befand, Zwillingszellen, Spundzellen Pflüger; in anderen Fällen sah er Fortsätze der Zellen des Eiepithels tief in der Zona stecken. Bis jetzt sind diese Beobachtungen von Anderen noch nicht bestätigt worden. — Wo eine Mikropyle vorhanden ist, scheint sie auch stets dem Durchtritte der Samenfäden in das Innere des Eies zu dienen.

Der Hauptdotter weicht in seinen Eigenschaften von dem Verhalten eines gewöhnlichen Zellprotoplasma's nicht ab. Auch Contractilität ist in neuerer Zeit von Pflüger[84], v. La Valette[117] und Stricker[114] an demselben beobachtet worden. Bemerkenswerth ist, dass, vielleicht mit Ausnahme mancher Ganglienzellen, bei der Eizelle, auch abgesehen vom Nebendotter, die grösste Anhäufung von Zellprotoplasma um einen Kern vorhanden ist, die wir kennen; d. h. mit anderen Worten, die Eizellen gehören zu den grössten einkernigen Zellen. Das Eiprotoplasma ist auch im frischen Zustande sehr körnerreich; His[53] beschreibt an demselben eine Anzahl kleiner Körner, die sich durch ihre Reaction als protagonhaltig characterisiren, und die von ihm als wahre Dotterkörner gegenüber den körnigen Bildungen des Nebendotters bezeichnet werden. Beim jüngeren Säugethierei finden sich die verschiedensten Grössen-

abstufungen dieser Körner; die grössten, vgl. Fig. 193 *G*, *e*, sind vollkommen kuglige Bläschen und gleichen den Dotterkugeln der Vögel; sie liegen, wie die genannte Figur es darstellt, zwischen den kleineren Körnern zerstreut und schimmern durch die Masse der letzteren hindurch. Später nehmen sie an Menge so zu und zeigen einen so starken Glanz, dass ausser ihnen innerhalb der Zona kaum noch etwas gesehen werden kann. Ihre mikrochemischen Reactionen stellen sie zu den Eiweisskörpern.

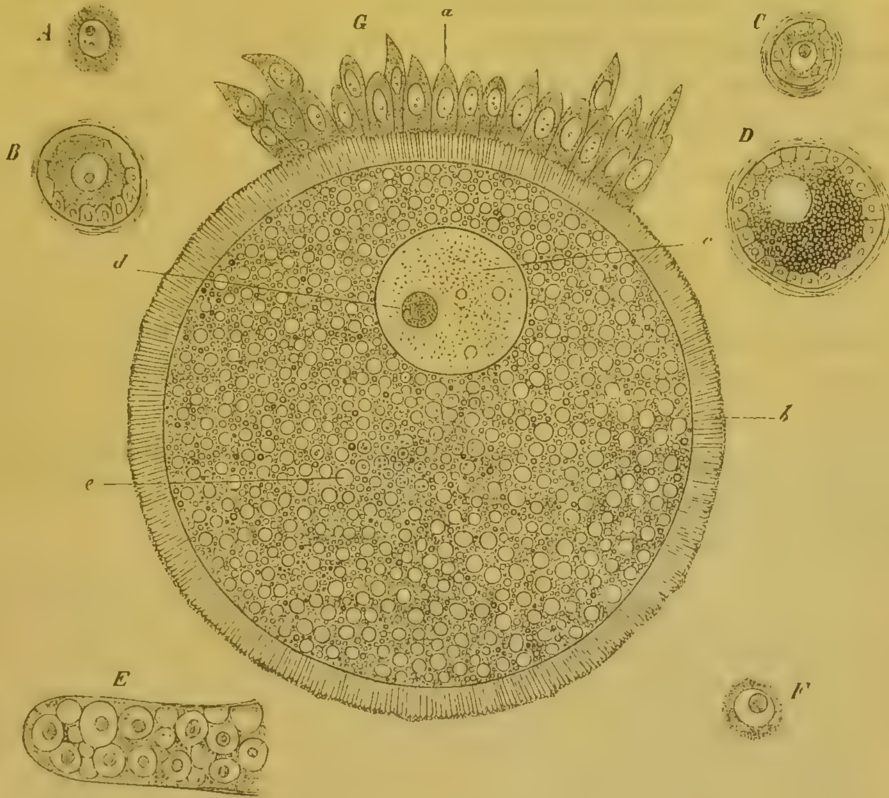


Fig. 193. *A*. Primordialei vom Menschen; Fötus von 8 Monaten (Hartnack 2/9). *B*. Primordialfollikel vom Kaninchen. *C*. Primordialfollikel einer Taube. *D*. Etwas älterer Follikel desselben Thieres; Beginn der Nebendotterbildung. *E*. Blindes Ende des Ovariums von Askaris nigrovenosa. Keimbläschen (zum Theil mit Keimfleck und Schrön'schem »Korn«) in einer diffusen Protoplasmamasse. *F*. Ei von Askaris nigrovenosa ungefähr aus der Mitte des Ovariums; Schrön'sches Korn; Beginn der Dotterablagerung. *G*. Ei aus einem 2mm. dicken Follikel des Kaninchens. *a*. Eiepithel. *b*. Radiär gestreifte zona. *c*. Keimbläschen. *d*. Keimfleck. *e*. Dotter. *B—G*. Hartnack 3/9.

Das Keimbläschen erscheint als ein innerhalb des Hauptdotters meist etwas excentrisch gelegenes Bläschen, hell glänzend mit scharfem Contour, kreisrund, im Verhältniss zur Zelle gross. Es sind diese grossen glänzenden Kerne etwas für die Eizellen auf den ersten Blick ausserordentlich characteristisches. Ich habe bis jetzt stets nur einen Kern in jeder Eizelle gesehen; Kölliker[59] bildet eine junge Eizelle mit 2 Kernen ab; beim reifen Ei scheint ein doppeltes Keimbläschen noch niemals beobachtet worden zu sein.

Den Primordialeiern fehlt nie das Kernkörperchen, die macula germinativa. Dasselbe hat meist eine mattglänzende oder feinkörnige Beschaffenheit und erscheint mehr wie ein solider Körper, wie ich mit v. la Valette[117] annehmen möchte, während Schrön[103] es für ein Bläschen erklärt hat. Nach Zusatz von destillirtem Wasser schwindet der Keimfleck (v. la Valette[117]). Zwei Keimflecke in einem Keimbläschen sind schon öfter beschrieben worden, so beim Maikäfer bereits von R. Wagner (Geschichte der Zeugung und Entwickelung, Abhandl. der bayrischen Akad. d. Wissensch. Bd. II, 1837), dann von v. la Valette[117] bei einer Libellenlarve, und jüngst von Claparède beim Regenwurme als regelmässige Bildung. Hier zeigten sich die beiden Keimflecke, von denen der eine stets erheblich grösser erschien, zu einem Doppelfleck verbunden (s. Zeitschrift f. wiss. Zool. 19. Bd. 1869. p. 563).

Ausser dem Keimfleck finden sich im Keimbläschen mitunter noch einzelne kleine runde Körperchen, deren Bedeutung zur Zeit noch nicht feststeht. Wenn man den Keimfleck mit v. la Valette[117] und Pflüger[81] als einen Niederschlag aus dem Keimbläschen ansieht, so dürften diese Körperchen ähnlich aufzufassen sein. Nur bei den Säugethieren bleibt der Keimfleck auch in den reifen Eiern bestehen; bei allen übrigen Vertebraten schwindet er schon sehr früh, und man trifft statt seiner im Keimbläschen eine wolkige, fein körnige Masse, die von mehreren glänzenden Kügelchen durchsetzt ist, namentlich bei den Batrachiern und Knochenfischen; der Zeitpunkt des Verschwindens des Keimflecks lässt sich nicht genauer fixiren.

Von Schrön ist neuerdings in den Keimflecken noch ein weiteres äusserst kleines, glänzendes, anscheinend solides Körperchen beschrieben worden, das er »Korn« nennt. Bei Säugethieren habe ich dasselbe bisher nicht finden können, dagegen ist es constant bei vielen niederen Thieren, z. B. bei den Askariden, vorhanden, vielleicht aber als der kleinere Theil des Claparède'schen Doppelflecks zu erklären, vgl. Fig. 193, *E* und *F*. v. la Valette[117] hält das Schrön'sche Korn für eine Vacuole und kann überhaupt keine beständige Bildung darin finden. Am weitesten mit seinen Angaben über den Bau des Keimflecks geht Balbiani[9]. Er beschreibt contractile Vacuolen im Inneren des ebenfalls contractilen Keimflecks. Vom Keimfleck solle ein hohler, canalförmiger Ausläufer abgehen, der in einem ähnlichen Canale des Keimbläschens stecke; die Vacuolen des Keimflecks communicirten endlich mit dem röhrenförmigen Fortsatze des letzteren.

Es ist bisher so ziemlich allgemein angenommen worden, dass das reife Säugethierei nichts anderes, als ein stark gewachsenes Primordialei wäre; neuere Beobachtungen und Deutungen, denen ich mich gern anschliesse, lassen aber mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass im reifen Säugethierei ausser dem Hauptdotter auch noch eine gewisse Menge Nebendotter vorhanden sei. Pflüger[84] namentlich hat uns zwei differente Bestandtheile des Eidotters bei den Säugethieren kennen gelehrt, von denen der eine, bei jungen Eiern hellere, das Keimbläschen zunächst umgebe, der andere, dunklere, wie eine peripherische Auflagerung zu diesem sich verhalte. Es liegt am nächsten diese peripherische Dotterportion als eine spätere Bildung anzusehen, die vielleicht vom Follikelepithel ausgeht. Es ist dieser Umstand namentlich für die vergleichend anatomische Betrachtung der Eier von grösster Wichtigkeit.

Das Ei der Vögel und der Reptilien hat bisher in der Deutung seiner Bestandtheile den Forschern viel zu schaffen gemacht. Die einfache Beobachtung zeigt uns beim reifen Eierstocksei, eingehüllt von der Dotterhaut, eine umfangreiche gelbe Masse, den gelben Nahrungsdotter, der an seiner Peripherie von einem dünnen Kugelmantel weisser Dottermasse, dem weissen Nahrungsdotter, eingehüllt ist. Bei ruhiger Gleichgewichtslage des Eies immer obenschwimmend finden wir dicht unter der Dotterhaut, vgl. J. Oellacher in Stricker's »Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien, Wien 1870, Taf. II, Fig. 1, einen etwa 3—4 mm. im Durchmesser haltenden weisslichen Fleck, den Hahnentritt oder die Cicatricula; es ist dieses der Hauptdotter mit dem Keimbläschen. Untersuchen wir diese Verhältnisse am gelegten Ei, so ist, wenn wie gewöhnlich das Ei befruchtet war, schon der Furchungsprocess abgelaufen, und wir sehen dann in diesem Fleck die gefurchte Keimscheibe vor uns. Der weisse Dotter umgibt den Hauptdotter von allen Seiten und senkt sich dann wie ein dünner Faden bis etwa in die Mitte des gelben Dotters hinab, wo er eine erbsengrosse kuglige Anschwellung, die Purkyně'sche Latebra oder Dotterhöhle, bildet*).

Der Hauptdotter mit dem Keimbläschen bietet, abgesehen von den Grössenverhältnissen und dem frühzeitigen Schwinden des Keimflecks, keine Besonderheiten; er stellt das Primordialei dar; die Hauptschwierigkeit beim Vogelei liegt in der Frage nach der Entstehung des Nahrungsdotters und nach seinem Verhältnisse zur primordialen Eizelle.

Es möge hier in Bezug auf den geschichtlichen Stand der Dinge kurz gesagt sein, dass sich seit der Entdeckung des Säugethiereies durch v. Baer zwei Ansichten in Betreff des Vogeleies einander gegenüber gestellt haben, deren eine, mit Schwann [104], Gegenbaur [43], Leuckart, Kölliker [58], Cramer [34] an der Spitze, das Vogelei als ein Ganzes, als eine Zelle, auffassen zu müssen glaubt, während die andere, von H. Meckel [73], Allen Thomson [115], Ecker [37], Stricker [114], His [53] u. A. vertretene, den Nahrungsdotter so wie die Dotterhaut als eine sekundäre Auflagerung, und zwar als ein Product des Follikelepithels, angenommen hat. Gegenstand einer anderen Controverse ist die Beurtheilung der Elemente des Nahrungsdotters, welche von Schwann [104] und Klebs [56] und neuerdings von His [53] für Zellen erklärt worden sind, während Andere, namentlich Gegenbaur [43] und Stricker [114], sie für kuglige, tropfenähnliche Gebilde eigener Art halten, die auf die Dignität einer Zelle keinen Anspruch machen könnten, sondern eher mit Colloidkugeln, Eiweisstropfen etc. in Sekreten in Parallele zu bringen seien.

Die jüngsten Vogeleier sind denen der Säugethiere vollkommen gleich; s. z. B. Fig. 193 *B*, *C* und *D*, nur dass das Follikelepithel stets einschichtig bleibt, was ich His [53] gegenüber erwähnen möchte. Bald bemerkt man eine Zunahme des Follikelinhaltes, jedoch tritt niemals eine Flüssigkeit analog

*) Der Ausdruck »Höhle« bezieht sich auf den Umstand, dass bei gekochten Eiern diese kuglige weisse Dottermasse gewöhnlich nicht gerinnt sondern flüssig bleibt, so dass man in der That einen mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum vor sich zu haben glaubt.

dem Liquor folliculi auf, sondern eine feinkörnige Masse, die sich um den Hauptdotter herumlagert und sich deutlich von ihm trennen lässt; es ist dieses die erste Anlage der Nebendottermasse; der Hauptdotter bleibt dabei im Wesentlichen unverändert. Je älter der Follikel wird, desto grösser erscheinen die kleinen Körner der Nebendottermasse; bald nehmen sie die Gestalt von eckigen, glänzenden Körpern und demnächst von kleinen Kugeln an, die durchweg homogen erscheinen, und an denen sich keine Membran nachweisen lässt, wenigstens dürfte man wol jenes Häutchen, welches bei Wasserzusatz an den grösseren Kugeln hervortritt, nicht als Aequivalent einer Zellmembran ansehen. Diese kleinen, eckigen und runden Dotterkörper sind sehr resistent; beim Quetschen mit dem Deckglase zeigen sie eine strahlige, sternförmige Bruchfläche; ihre namentlich in jüngster Zeit von His studirten chemischen Reactionen stellen sie in die Reihe der Protagon führenden Stoffe. Schliesslich erlangen diese Kugeln recht ansehnliche Dimensionen; man kann aber Stufe für Stufe den Uebergang von den kleinsten Dotterkörpern zu den grössten Dotterkugeln verfolgen. In den grösseren Kugeln trifft man fast stets eine oder mehrere der kleineren Formen an, und häufig liegen in den letzteren noch kleinere Körper. Dieser Umstand hauptsächlich hat His[53] veranlasst, die Dotterkugeln für Zellen zu erklären, indem er die von ihnen eingeschlossenen Körper für Kerne bez. Kernkörperchen ansah. Form, Unbeständigkeit des Vorkommens, ihre feste Consistenz, die allmählichen Uebergänge von den kleineren zu den grösseren Kugeln, der Umstand, dass, je älter der Follikel wird, desto mehr die Zahl der kleinen Kugeln ab, die der grösseren zunimmt, lassen mich dieser Deutung nicht beistimmen. Ebenso wenig kann ich aber mit Gegenbaur an eine endogene Entstehung der kleineren Kugeln in den grösseren glauben; ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die kleineren Kugeln einfach in die grösseren hineingedrückt werden, da die grösseren Kugeln sehr viel weicher sind als die kleineren, und bei jeder Bewegung des Dotters die dichtgedrängten Dotterelemente auf einander drücken müssen. Die grösseren Kugeln scheinen einfach durch Quellung aus den kleineren Elementen hervorzugehen. v. Wittich[128] hat für den Dotter des Arachnideneies ähnliche Angaben gemacht; die Dotterkugeln sind hier keine Zellen, sie vergrössern sich durch Imbibition mit der sie umgebenden flüssigen Eiweisssubstanz. — Der gelbe Dotter, welcher später die Hauptmasse des Vogel- und Reptilieneies ausmacht, ist nur eine Modification des weissen; er führt hauptsächlich die grösseren Dotterkugeln, deren Masse aber fein molekulär getrübt ist; wie diese Trübung entsteht, ist bis jetzt noch unerforscht.

Woher stammt denn aber schliesslich jene erste feinkörnige Nebendottermasse? Dieselbe ist unstreitig ein Product des Follikelepithels, gradezu ein metamorphosirtes Protoplasma der Follikelepithelzellen. In diesem Puncte bleibe ich mit Gegenbaur, dessen Ansicht ich sonst in den meisten Puncten theile, in Differenz, indem Gegenbaur[15] noch jüngst seine frühere Annahme, dass die Dotterbestandtheile nur Differenzirungen aus dem Protoplasma der

primitiven Eizelle seien, ausdrücklich hervorgehoben hat. Bei jungen Eiern sieht man gar keine Grenze zwischen dem Protoplasma der Epithelzellen und dem feinkörnigen Nebendotter; es scheint, als ob das Protoplasma selbst am inneren membranlosen Ende der Zellen vorquelle und in die Nebendottermasse übergehe, während am Kernende der Epithelzellen, welches näher der Follikelwand anliegt, immer neues Protoplasma gebildet werde und nachrücke. Wie dem immer sein möge, jedenfalls hat das Follikelepithel mit der Bildung des Nebendotters direct zu thun, das geht aus zwei Umständen hervor. Einmal finden sich, namentlich bei Eidechsen, bereits im Protoplasma der Epithelzellen ganz kleine, glänzende, den jüngsten Dotterkörnern ähnliche Gebilde, und dann sind die Follikelepithelzellen, s. Fig. 194, am stärksten ausgebildet, während die Dotterproduction am reichlichsten vor sich geht. Es haben auch bereits MECKEL v. HEMSBACH[73], ALLEN THOMSON[115] u. A. in diesem Sinne sich ausgesprochen. Die radiär gestreifte Lage, s. Fig. 194, zwischen Follikelepithel und Dotter kann kein Hinderniss für diese Bildungsweise abgeben, denn dieselbe ist, wie ich bereits vorhin angegeben habe, mit zahlreichen Porenkanälchen durchsetzt, in welchen feine Protoplasmafäden der Epithelzellen stecken.

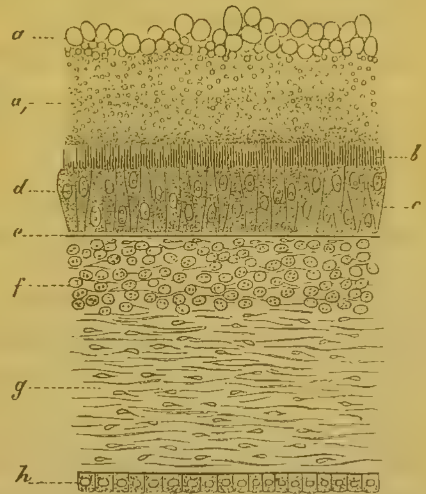


Fig. 194 (No. 25, Tafel III meines Buches). Durchschnitt der Wandung eines 4 Mm. grossen Hühnerfollikels, Hartnack 3/7. *a.* Dotterkugeln. a_1 Molekuläre Dotterschicht. *b.* Zona radiata. *c.* Follikelepithel. *d.* Epithelzelle mit feinen Härchen am Basalende. *e.* Membrana propria folliculi. *f.* Innere zellenreiche Lage der bindegewebigen Follikelwand. *g.* Aeussere Lage. *h.* Eierstocksepithel.

Ganz gleiche Verhältnisse bieten, wie namentlich GEGENBAUR's[43] Untersuchungen dargethan haben, die Eier der Selachier dar. Ebenso finde ich die Eibildung bei den Knochenfischen und den höheren Crustaceen, z. B. Astacus fluviatilis, deren Dotterplättchen und Dotterkugeln ganz auf dieselbe Weise entstehen, und deren Eier, ebenso wie die der Vögel, einen Haupt- und Nebendotter deutlich unterscheiden lassen. Für den durchgreifenden Unterschied des Hauptdotters vom Nebendotter hat S. STRICKER[114] eine schöne Beobachtung am Forelleneie gemacht, bei welchem man unter günstigen Verhältnissen an dem ersteren amöboide Bewegungen beobachten kann, während der letztere sich ganz passiv verhält.

Die Eier der Batrachier, obgleich sie sonst denen der Knochenfische sehr nahe kommen, lassen eine deutliche Trennung von Haupt- und Nebendotter nicht wahrnehmen; die Verhältnisse sind hier wieder mehr denen der Säugethiere gleich. Doch spricht manches, z. B. das Entstehen der Dotterplättchen, die sich ganz analog denen der Fische verhalten, dafür, dass auch hier vom Follikelepithel aus eine Nebendottermasse gebildet wird, die sich von der

Hauptdottermasse nur nicht so leicht optisch trennen lässt. Auf die Bedenken, welche man gegen diese Annahme aus der Totalfurchung der Batrachiereier herleiten könnte, komme ich zurück.

Die eben erwähnten Dotterplättchen, welche man in den Eiern der Schildkröten, der Batrachier, der Knorpelfische und vieler Knochenfische findet, sind doppeltbrechende Krystalle (Radlkofer) einer eiweissartigen Substanz, welche W. Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie, pag 552, für Vitellin erklärt. Virchow[119] stellte zuerst durch mikrochemische Reactionen ihre eiweissähnliche Natur fest und zeigte, dass sie wenigstens kein Fett seien, wofür man sie früher zu halten geneigt war. Die Form der Krystalle ist bei den verschiedenen Species verschieden, bei Rana z. B. sind es quadratische, oft an den Ecken zugespitzte Tafeln, bei Perca kommen sehr wechselnde Formen vor, die bei den reifen Eiern meist in die Kugelgestalt übergehen. Man vgl. hierzu namentlich die Arbeit von Radlkofer, Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 9, »Ueber die wahre Natur der Dotterplättchen.«

Ich knüpfe an diese Betrachtung der Eier der Vertebraten ein paar Worte über den Eierstock und die Eier der Wirbellosen.

Lieberkühn's[69] Beobachtungen bei den Poriferen, Balbiani's[8] und Stein's[110] Untersuchungen bei den Infusorien, Greef's[48] und Strethill Wrights[112] [113] Angaben über die Rhizopoden haben uns einige Aufklärung über die einschlägigen Verhältnisse bei den Protozoen gegeben; indessen sind unsere Kenntnisse hier noch äusserst lückenhaft. Die Eier der Poriferen entwickeln sich noch nicht in besonderen Organen, sondern es können sich einzelne Epithelzellen (?) der Wandungen des den Schwammkörper durchziehenden Kanalsystems zu Eiern ausbilden. Bei den Infusorien tritt zuerst nach Balbiani's Endeckung ein besonderes Organ, der sogenannnte Nucleus, für die weiblichen Keime auf. Dieser Nucleus hat bekanntlich eine sehr wechselnde, runde, ovale oder selbst bandförmige Gestalt; sein körniger, protoplasmaähnlicher Inhalt zerfällt bei der die Befruchtung einleitenden Conjugation zweier Infusorien durch eine Art Furchungsprocess in mehrere Abtheilungen, und es ist noch fraglich, ob man den Nucleus als ein einziges Ei, oder diese Theilproducte als Eier, den Nucleus also als ein Ovarium, welches dann nur aus Keimstoff ohne alle gerüstbildende Zwischensubstanz bestände, ansehen darf. Am unvollkommensten ist unser Wissen über die weiblichen Keime der Rhizopoden; die wenigen hierauf bezüglichen Angaben der genannten Autoren lassen vermuthen, dass es ein dem Nucleus der Infusorien ähnliches Gebilde ist, welches hier die Eier birgt.

Die Coelenteraten zeigen schon durchweg besondere Organe für die Erzeugung der Eier, die bei den höheren Formen, Actinien, Ctenophoren etc., eine follikuläre Gestalt haben. Die Eier entstehen vermuthlich aus den diese Follikel auskleidenden Zellen. Im Allgemeinen erscheinen die Eierkapseln als Anhänge des Gastrovascularapparates, vielfach deutlich als sackförmige Aus-

stülpungen des letzteren, wie ja bekanntlich bei diesen Thieren die Zeugungsmassen auch in die Magenhöhle oder in deren radiäre Verzweigungen entleert werden.

Rundliche oder längliche Schläuche, die meist zu mehreren drüsenförmigen Gruppen vereinigt sind, bilden die Eierstöcke der Echinodermen; die Zahl und Anordnung der Gruppen entspricht den Radiärsegmenten des Körpers. Bei den höheren Formen, wie z. B. bei den Holothurien, man vgl. die Arbeit von E. SELENKA [105], münden die einzelnen Drüsenschläuche in einen oder mehrere Ausführungsgänge. Die Eier liegen dichtgedrängt in den Drüsenschläuchen; ihre Entwickelung bedarf jedoch noch einer genaueren Untersuchung. Sie besitzen im reifen Zustande eine dicke Dotterhaut, die eine radiäre Streifung zeigt, und eine als Mikropyle, vgl. pg. 554, zu deutende Oeffnung.

Was die Ovarien der Würmer betrifft, so kann ich darüber nach den Erfahrungen von MEISSNER [75], BISCHOFF, Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. VI, MUNK [81], LEUCKART [67], HERING [51], CLAPARÈDE [27 28] u. A. so wie nach eigenen Beobachtungen an Askariden Folgendes mittheilen. Das eigentliche Ovarium ist entweder ein bläschenförmiges Organ, welches mit einem besonderen Ausführungsgange in den complicirt gebauten Geschlechtskanal einmündet, oder aber es stellt, wie bei den Askariden, das letzte blinde Ende des Genitalschlauches dar. Da bei vielen Würmern, namentlich den parasitischen (Trematoden, Cestoden), noch besondere Drüsen vorhanden sind, die man seit v. SIEBOLD als »Dotterstöcke« bezeichnet, so hat man hier das eigentliche Ovarium als »Keimstock« davon unterschieden. Was die Function dieser beiden, offenbar der Eibildung dienenden, drüsigen Apparate anlangt, so bilden sich im Keimstocke entschieden die Keimbläschen mit dem Keimfleck; ausserdem aber liegt um und zwischen den Keimbläschen auch im letzten Ende des Keimstockes immer eine wenn auch geringe Menge feinkörnigen Protoplasma's, wie bereits BISCHOFF angegeben hat, und jemehr die Eier dem Ausgange des Keimstockes sich nähern, desto deutlicher tritt ein Protoplasmahof um jedes Keimbläschen auf, und jedes Ei erscheint als vollendete Zelle mit Protoplasma (Dotter), Kern und Kernkörperchen; somit wären die Eier des Keimstockes den Primordialeiern der Wirbelthiere zu vergleichen. Vielfach wird angegeben, dass in den Keimstöcken nur die Keimbläschen sich bildeten, und sämmtliches Dotterprotoplasma aus den Dotterstöcken stamme. Ich kann dem nicht zustimmen, sondern sehe wie GEGENBAUR [45], pg. 287, an jedem Ei, welches den Keimstock verlässt, bereits einen feinen Protoplasmahof. Uebrigens ist die morphologische Deutung der Dotterstöcke noch keineswegs sicher gestellt; GEGENBAUR [45] spricht die Vermuthung aus, dass sie »Theile eines ansehnlichen Ovariums seien, das nur zum kleinsten Theile sich forterhielt, zum grössten dagegen zu den Dotterstöcken sich rückbildete.« Wie dem auch sein möge, es entstehen jedenfalls im Keimstocke, dem eigentlichen Ovarium, fertige, vollendete Zellen, den Primordialeiern der Vertebraten gleich. Beobach-

tungen von Stieda, Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv, 1867, pg. 52, G. Walter[124] und Leuckart[67], die ich bei Askaris nigrovenosa bestätigen konnte, zeigen, dass die Eier sich aus den Epithelzellen des Ovarialschlauches entwickeln; wenigstens finden sich die verschiedensten Uebergangsformen, und im letzten Ende des Ovariums sind die jüngsten Eizellen und Epithelzellen nicht mehr von einander zu unterscheiden. So wie bei den Askariden die Eier im Genitalschlauche vorwärts rücken, wächst die das Keimbläschen umhüllende körnige Dottermasse an, und es bildet sich später eine bald dünnere, bald dickere Dottermembran um dieselbe aus. Der Zuwachs an körnigem Dottermaterial ist, wie Leuckart's [67] und meine eigenen Beobachtungen lehren, wol nur auf Rechnung des diese Theile des Genitalschlauchs auskleidenden Epithels zu setzen.—Ich muss mich hier auf diese wenigen Andeutungen beschränken, in denen ich vorzugsweise das hervorgehoben habe, was zur Vergleichung mit der Eibildung der höheren Thiere dienen kann. Ebenso konnte ich auf die verschiedenen Formen der Ovarien und das Verhalten ihrer Ausführungswege bei den so zahlreichen Abtheilungen der Würmer nicht eingehen.

Allen Mollusken kommen für die Eibildung wohlausgebildete drüsige Organe zu, welche aus einer Anzahl acinöser Follikel bestehen, deren Epithelzellen sich zu Eiern umbilden können. Sehr verbreitet beim Molluskentypus ist eine sogenannte »Zwitterdrüse«, in welcher, mitunter sogar in denselben Follikeln, sowohl Eier als auch Samenkörperchen, und zwar aus den Epithelzellen der Drüsenacini, wie noch jüngst Eisig, Zeitsch. f. wissensch. Zool. Bd. 19, von Lymnaeus auricularis es beschrieben hat, gebildet werden. Beiderlei Zeugungsstoffe finden dann auch ihre Abfuhr durch denselben Ausführungsweg. Soviel ich bei Helix und Limax gesehen habe, sind die den Wandungen der acini anhaftenden grösseren Eier durch eine besondere zartwandige Kapsel von den übrigen Zellen abgeschlossen; es gelang mir nicht, die Bildung dieser Kapsel genauer zu verfolgen, noch die Bildung eines Epithels auf ihrer Innenfläche, wodurch diese Kapsel vollkommen dem Graafschen Follikel eines Wirbelthieres gleichkommen würde, nachzuweisen. Ueber die Eibildung bei den Mollusken wolle man vergleichen die Arbeiten von Semper[106], Claparède[29], Baudelot[11], Eisig u. A.

Bei den Arthropoden, welche meinem Erachten nach in Bezug auf die Ausbildung ihrer weiblichen Geschlechtsorgane den Vertebraten noch am nächsten stehen, lassen sich bereits Bildungen nachweisen, die den Graaf'schen Follikeln vollkommen entsprechen.

Fig. 195 stellt in halbschematischer Weise einen Theil der Eiröhre von Vanessa urticae dar; der schmale Theil *a* ist das Endstück des langen, röhrenförmigen Ovariums, welches durch einen zarten bindegewebigen Strang *g* an das Rückengefäss angeheftet ist. Innerhalb desselben finden sich am äussersten Ende, bei a_1, grade wie bei den Eiröhren der Askariden, helle Keimbläschen mit Kernkörpern in eine diffuse, zarte Protoplasmamasse ein-

gelagert; weiter nach abwärts sehen wir einen Theil dieser Gebilde, nunmehr schon ein jedes mit gesondertem Protoplasmahof, als Epithelzellen den Wandungen der Eiröhre aufsitzen, während Zellen von ganz gleicher Grösse und gleichem Bau die Axe der Röhre einnehmen, bei a_2 in der Fig. 195. Noch weiter nach abwärts treten sowohl unter den centralen als auch unter den wandständigen Zellen einzelne durch ihre Grösse hervor, namentlich durch die grösseren, glänzenden Kerne; sie nehmen immer mehr die Mitte der Röhre ein und werden bald in Gruppen zu 6—8 und mehreren von rosenkranzförmigen Ausbuchtungen der Röhrenwand eingeschlossen. Nunmehr finden wir Abtheilungen der Eiröhre wie bei *b*, in deren Centrum eine Anzahl primordialer Eizellen liegt, während sich die wandständigen Zellen deutlich als Follikelepithel — denn als Follikel darf man wol die einzelnen Abschnitte des Rosenkranzes ansprechen — manifestiren. Weiterhin aber ändert sich das Bild; eine unter den Eizellen, und zwar immer die am tiefsten gelegene, wächst stärker, behält ihren stark vergrösserten Kern, und zugleich wird ihr Protoplasma dunkler, während die Kerne der übrigen primordialen Eizellen an Grösse zurückbleiben und schliesslich sammt ihrem Zellprotoplasma durch körnigen Zerfall untergehen. Gleichzeitig sperrt sich die grössere Eizelle durch eine Einkrüm-

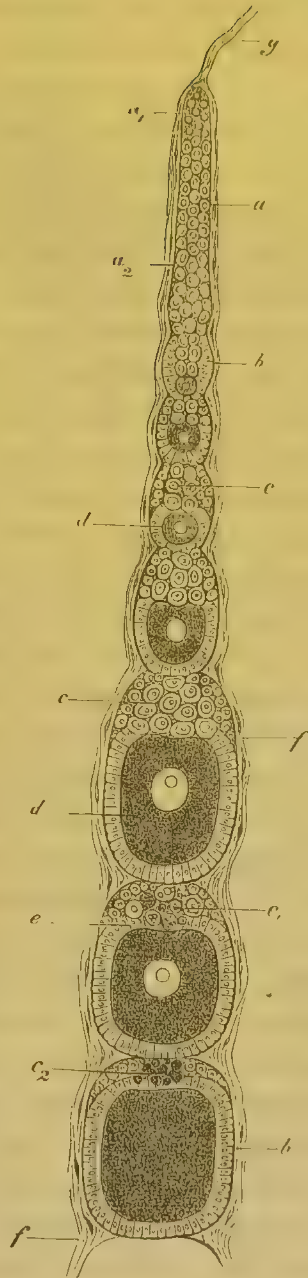


Fig. 195. Eiröhre von Vanessa urticae; halbschematisch. (Ein grosser Theil der Eifollikel ist weggelassen, um die verschiedenen Entwickelungsstufen in einer Figur zusammenstellen zu können.) *a*. Blindes, schlauchförmiges Endstück des Ovariums, bei a_1 Keimbläschen in einer diffusen Protoplasmamasse, bei a_2 bereits vollkommen ausgebildete Zellen enthaltend. *b*, *b*. Eifollikel. *c*, *c*. Dotterbildungszellen, bei c_1 in Zerfall begriffen. c_2 Körnige Masse, Rest der Dotterbildungszellen. *d*, *d*. Eier. *e*. Stelle der späteren Mikropyle. *f*. Bindegewebige Aussenwand der Eiröhre. *g*. Fortsatz dieser bindegewebigen Scheide zum Rückengefäss hin. Vergr. ca. 100.

mung des Epithels von den übrigen Zellen ab. Die so entstandenen beiden Abtheilungen der Follikel werden gewöhnlich als Dotterfach und Keimfach von einander unterschieden, und nennt man seit Lubbock[70], dem die meisten Neueren sich angeschlossen haben, die verkümmernden oberen Eizellen »Dotterbildungszellen«, weil man von der Vorstellung ausging, als ob diese Zellen dazu bestimmt wären, der definitiven Eizelle die Dottermasse zu liefern. Eine strangförmige Bildung, die bei vielen Arthropoden, z. B. bei den Cocciden, (Claus[30]) die Dotterbildungszellen mit der Eizelle verbindet, diente dazu diese Ansicht zu befestigen. Ich kann mich indessen dieser Deutung nicht anschliessen. Einmal finde ich stets nur Erscheinungen der fettigen Degeneration und des Zerfalles bei den Dotterbildungszellen, und dann wächst die Dottermasse des definitiven Eies noch weiter, wenn schon längst die Dotterbildungszellen zu Grunde gegangen sind. Ich halte daher die Dottermasse, wenigstens in ihrem grössten Theile, für ein Product des Follikelepithels, dem auch die Bildung der Dotterhaut, die bei den Insecten oft eine sehr zierliche Zeichnung aufweist, zugeschrieben werden muss. Die Mikropyle bildet sich an dem Pole des Eies aus, welcher dem Dotterfache zugewendet liegt. Vgl. Fig. 195. Aehnlich wie bei Vanessa urticae ist nun der Bau der Ovarien bei den meisten Insecten, so weit ihn uns die Arbeiten von Stein, Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insecten I. 1847, H. Meyer[77], Weismann[125], Claus[30], Leydig[68], Lubbock[70], Landois[62 63], Bessels[14] u. A. kennen gelehrt haben.

Von den höheren Crustaceen habe ich bereits erwähnt, dass die Eier in besonderen Follikeln ausgebildet werden; bei den niederen finden sich einfachere, sack- und schlauchförmige Ovarien. — Die Ovarien und Eier der Araneen, über welche wir durch v. Wittich[127 128] eine eingehendere Mittheilung erhalten haben, zeichnen sich durch einige Besonderheiten aus. Die Follikel bilden sich durch seitliche Ausstülpungen des schlauchförmigen Ovariums; sie besitzen nach den Angaben v. Wittich's ein Epithel nur in dem kurzen Halsstücke, welches sie mit der Eiröhre verbindet; allerdings häufen sich auch später grade in diesem Theile des Follikels die Dottermolekel an. Die Keimbläschen lassen anfangs keinen Keimfleck sehen, wohl aber, wie aus den Abbildungen v. Wittich's hervorgeht, stets einen kleinen Protoplasmahof. Sie liegen zuerst dicht an den Wandungen des Ovarialschlauches und stülpen dieselben durch ihr Wachsthum, während zugleich sich das sie umgebende Zellenprotoplasma mehrt, seitlich aus; dadurch entstehen die Follikel. Wahrscheinlich darf man auch hier, man vgl. die Fig. 192 *A* bei v. Wittich, die primordialen Eier einfach als gewachsene Epithelzellen des Ovarialschlauches ansehen. Auffallend ist das von v. Wittich entdeckte kuglige, concentrisch geschichtete Gebilde, welches sich neben dem Keimbläschen stets in den Eiern einiger Araneen-Arten vorfindet, der sogenannte Dotterkern; wahrscheinlich ist derselbe mit dem gleichnamigen Gebilde in den Eiern der Batrachier und Knochenfische zusammen zu stellen. Bei den Batrachiern schwindet der Dotterkern in älteren Eiern (Allen Thomson), bei den Araneen verflüssigt sich

später der centrale Theil dieses Gebildes, während der peripherische als eine feste Kapsel zurückbleibt. Die Bedeutung des Dotterkerns ist bis jetzt unbekannt.

Entwickelung der Ovarien und der Eier. Bei Hühnerembryonen bemerkt man die ersten Spuren der Keimdrüsen, gleichviel welchen Geschlechts, gegen das Ende des vierten Tages. Um diese Zeit ist der Wolff'sche Körper mit einem regelmässigen cylindrischen Epithel überzogen, während die übrige Peritonealhöhle bereits kleine platte Zellen zur Auskleidung besitzt.

Wir wissen durch die Arbeit von Schenk [101], dass ursprünglich die ganze Pleuroperitonealspalte an ihrer Innenfläche von cylindrischen Zellen bekleidet ist, welche aus den gespaltenen Seitentheilen des ursprünglichen mittleren Keimblattes hervorgehen. Schenk nimmt an, dass diese der Remak'schen Haut- und Darmfaserplatte entsprechende Zellenlage einzig und allein zur Herstellung des späteren Peritonealepithels verwendet werde. Für die Batrachier hat neuerdings Götte [47] dieser Anschauung sich angeschlossen. Im grössten Bezirke der Peritonealhöhle schwinden sehr bald diese cylindrischen Zellen, und es treten blasse, ganz platte Elemente an deren Stelle, nur der mediale Winkel, der Remak'schen Mittelplatte entsprechend, und später der an dieser Stelle vorwachsende Wolff'sche Körper, behält seinen cylindrischen Epithelbelag bei.

Vom vierten Tage ab macht sich nun sowohl an der medialen als an der lateralen Seite des Wolff'schen Körpers eine starke Verdickung des erwähnten Epithels geltend; die mediale Verdickung ist die erste Anlage des Ovariums, die laterale dient zur Bildung der späteren Tube, des Müller'schen Ganges.

Auch bei den männlichen Embryonen zeigt sich an der Stelle der Keimdrüse zuerst die Epithelverdickung, schwindet aber hier gegen den achten oder neunten Tag, während sie sich bei den weiblichen Individuen immer stärker entwickelt.

Sehr bald sieht man vom interstitiellen Gewebe des Wolff'schen Körpers aus unter jener Epithelverdickung eine kleine, zellenreiche, bügligе Wucherung hervortreiben, vgl. Fig. 196. Das verdickte Epithel über derselben gestaltet sich nun nach und nach zur Anlage der Graaf-schen Follikel und Eier sowie des späteren Ovarialepithels, während die bindegewebige Wucherung bestimmt ist das vasculäre Stroma des Eierstocks zu liefern.

Schon an den Eierstöcken 4—5tägiger Hühnerembryonen kann man die interessante Beobachtung machen, dass unter den Epithelzellen einzelne sich durch eine runde Form, Grösse und umfangreiche Kerne hervorthun, vgl. Fig. 196, *O*. Bei der Regelmässigkeit dieser Bildungen und der Constanz ihres Fundortes darf man wol schliessen, dass man es hier mit den jüngsten Primordialeiern zu thun hat, die sich also schon während des Embryolebens aus den Keimepithelzellen durch einfaches Wachsthum heranbilden. — Bei Säugethieren (Hunde- und Kaninchenembryonen) lassen sich die bisher geschilderten Verhältnisse ebenfalls leicht constatiren.

Die weitere Entwickelung der Ovarien beruht nun auf einem eigenthümlichen Durchwachsungs-Processe des Oberflächenepithels (Keimepithels) einerseits und des darunterliegenden vascularisirten Stroma's andererseits, wovon Fig. 197 eine Anschauung geben kann. Indem vom Stroma aus einzelne feine und stärkere, vascularisirte Bindegewebsreiser nach oben vorwachsen, gleichzeitig aber das Epithel sich ebenfalls durch stete Neuproduction von Zellen vermehrt, gerathen diese Stromabälkchen zwischen die Epithelzellen hinein und umschliessen eine bald grössere bald geringere Menge derselben, welche auf diese Weise nach und nach in die Tiefe des vascularisirten Stroma's eingebettet werden; bei c, Fig. 197, sieht man solche Bindegewebssprossen, bei d, d eingebettete oder in der Einbettung begriffene Epithelzellenhaufen. Es ist bei der Art und Weise, wie dieser Process vor sich geht, klar, dass die einzelnen Epithelmassen zum grossen Theil unter einander netzförmig zusammenhängen müssen, und dass der Eierstock aus dieser Periode der Entwickelung ein Balkenwerk gefässhaltigen Bindegewebes darstellt, dessen einzelne Maschenräume wie in einem cavernösen Gewebe unter einander communiciren. Schon His [52] und Kölliker [59] haben auf diesen cavernösen Bau des fötalen Eierstocks aufmerksam gemacht, freilich ohne die Entwickelung desselben zu kennen. Kölliker lässt ausserdem ganz richtig die Bildung der Einzelfollikel aus den Epithelzellenhaufen, seinen »Drüsensträngen« (Eisträngen, Frey¹), durch ein fortschreitendes Zwischenwuchern bindegewebiger Septa vor sich gehen.

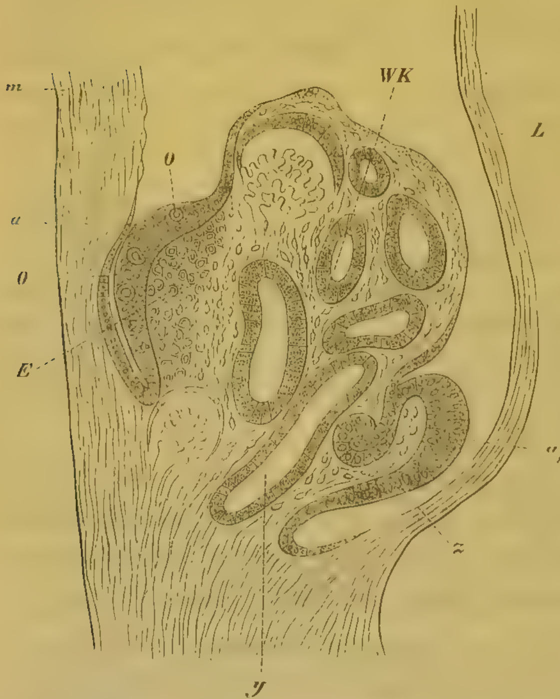


Fig. 196. (Fig. 50, Taf. V meines Buches.) Querschnitt des Wolff'schen Körpers mit der Anlage des Eierstocks und des Müller'schen Ganges. (Hühnerembryo vom Ende des vierten Brüttages.) *WK*. Wolff'scher Körper. *y*. Querschnitt des Wolff'schen Ganges. a_1 und *a*. Verdicktes Keimepithel. *z*. Müller'scher Gang im Zusammenhange mit dem Keimepithel. *E*. Eierstocksanlage mit stark verdicktem Keimepithel. *O*, *O*. Primordialeier. *m*. Mesenterium. *L*. Seitliche Bauchwand.

Von den eingebetteten Epithelzellen heben sich nun bald sehr viele durch ihre Grösse und die Grösse ihrer Kerne unter den übrigen hervor, wie wir das bereits beim Oberflächenepithel fanden und auch noch in dieser Entwickelungsperiode antreffen können, vgl. Fig. 198. Schon Pflüger [51], pg. 113, hat in seiner dritten vorläufigen Mittheilung kurz solcher jüngster Eizellen im

Ovarialepithel von jungen Katzen gedacht und sie ausdrücklich als »evidente Eier« bezeichnet; in seiner ausführlichen Arbeit hat er jedoch diese Befunde nicht weiter verfolgt. Andere Zellen bleiben klein und liegen gewöhnlich nach Art eines Epithels um die einzelnen Eizellen, d. h. die grösseren Zellen, herum. Leicht lässt sich ferner durch eine Vergleichung jüngerer und älterer Eierstöcke constatiren, dass das bindegewebige Stroma zwischen den eingelagerten Epithelballen immer mehr zunimmt, und namentlich zwischen die einzelnen Eizellen nebst deren epithelialer Umhüllung hineinwächst. So wird denn bald je ein Epithelballen durch diese einwachsenden vascularisirten Balken in ebenso viele einzelne Fächer getheilt als er Eizellen enthält, nur selten finden

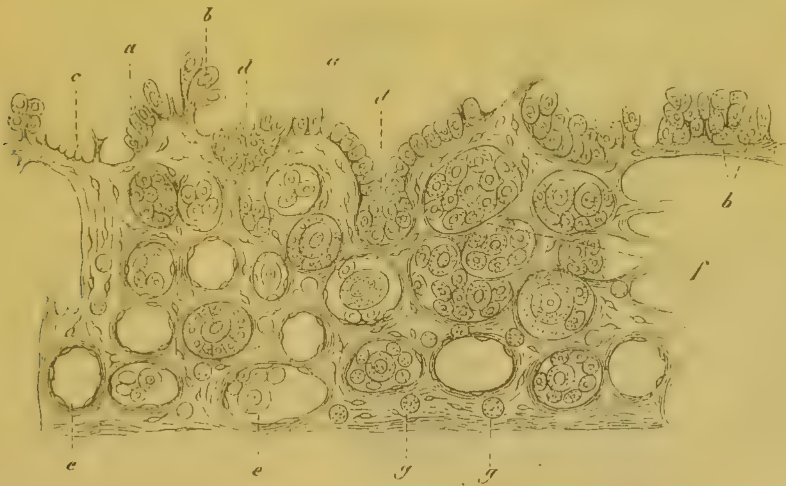


Fig. 197. (Fig. 11, Taf. II meines Buches.) Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium eines 32 wöchentlichen menschlichen Fötus, Hartnack $^2/_7$. *a, a.* Epithel. *b, b.* Jüngste im Epithelstratum gelegene Eizellen. *c.* Bindegewebsbälkchen, welche in das Epithellager vorwachsen. *e, e.* Primordialfollikel mit einer Umgrenzung von schmalen Bindegewebszellen. *f.* Gruppen bereits eingebetteter Epithelzellen (Eiballen) mit einzelnen grösseren Zellen (Primordialeiern) darunter. *g.* Kornzellen His.

sich später Follikel mit 2 und mehreren Eiern darin, s. Fig. 191. — Ich brauche wol nicht erst zu sagen, dass die auf solche Weise hergestellten Einzelfächer die jüngsten Follikel, die Primordialfollikel, sind.

Die Form der Fächer, innerhalb derer die Eizellen sammt dem Follikelepithel eingebettet sind, ist eine sehr verschiedene; rundliche und ovale Formen wechseln mit länglichen, schlauchförmigen Bildungen ab, s. Fig. 198, welche letztere natürlich um so mehr hervortreten müssen, je mehr das interstitielle Stromagewebe zunimmt; so trifft man bei menschlichen Embryonen aus dem 4—7. Monat vorzugsweise die rundlichen Eifächer, während Neugeborene und Kinder aus den ersten Lebensjahren mehr die langgestreckten Epithelschläuche wahrnehmen lassen. Es stellen sich demnach die längeren schlauchförmigen Bildungen im Eierstock, die Ovarialschläuche, als sekundäre Formationen heraus, die mehr von einer gewissen reichlichen Entwickelung des interstitiellen Bindegewebes abhängen und keine nothwendige Vorstufe für die Entstehung der Graaf'schen Follikel sind, wie es PFLÜGER[84] wollte, der auf diese Ovarialschläuche in seiner Darstellung das grösste Gewicht legt.

Pflüger[84] hat an den Schläuchen eine structurlose membrana propria beschrieben, durch deren Einfaltungen die successive Abschnürung der einzelnen Graaf'schen Follikel vor sich gehen soll. Es ist mir bisher nicht gelungen eine solche membrana propria darzustellen; auch His[52] und Langhans[64] so wie Kölliker[59] vermissen sie; sie fehlt auch, wie bemerkt, an den Follikeln der Säugethiere, dagegen tritt sie bei den grösseren Follikeln der Vögel in einem späteren Stadium auf, vgl. Fig. 194. Bei der Abschnürung der Follikel bleiben nach Pflüger eine Zeitlang noch die Eizellen mittelst ihres Protoplasma's im Zusammenhange; die betreffende Stelle, der Follikelpol, ist auch nach vollbrachter Abschnürung durch die grössere Kleinheit der Epithelzellen ausgezeichnet.



Fig. 198. Partie eines sagittalen Durchnittes vom Ovarium eines neugeborenen Kindes. (Hartnack 3/7 mit eingeschobenem Tubus.) *a*. Eierstocksepithel. *b*. Anlage eines Ovarialschlauches. *c, c*. Eier im Epithel gelegen. *d, d*. Langer, in der Follikelbildung begriffener Ovarialschlauch. *e, e*. Eiballen ebenfalls in der Zerlegung zu Follikeln begriffen. *f*. Jüngste, bereits isolirte Follikel. *g, g*. Gefässe. In den Schläuchen und Eiballen sind die Primordialeier und die kleineren Epithelzellen, das spätere Follikelepithel, zu unterscheiden.

Nach der Darstellung von Pflüger[84] sollen ferner die Schläuche dicht unter der Oberfläche des Eierstocks blind geschlossen sein; in diesem blinden Ende entstünden dann die Keimbläschen umgeben von einem diffus vertheilten Protoplasma, welches sich distincter um die einzelnen Keimbläschen ordne, sowie letztere tiefer im Schlauche herabrücken. Dabei zeichne sich bald eine Anzahl dieser Zellen durch ihr stärkeres Wachsthum aus, während die übrigen zurückblieben und sich als die Epithelzellen der Schläuche darstellten. Die grösseren Zellen, die primordialen Eier, nehmen die Mitte der Schläuche ein. Die auf diese Weise, welche ganz an das vorher von den Nematoden und Arthropoden Beigebrachte erinnert, entstandenen Eier nennt Pflüger die »Ureier«. Dieselben sollen sich weiterhin durch Theilung und Sprossung vermehren, die Producte dieser Theilungsvorgänge seien dann die definitiven Eier, welche aber eine Zeitlang in den Schläuchen noch durch Protoplasmafortsätze kettenartig zusammenhingen, Eiketten, Pflüger. Das wichtigste Factum in dieser jetzt so ziemlich allgemein acceptirten Darstellung, die Vermehrung der Ureier, ist mir zu sehen nicht gelungen; die Entstehung der Ureier und der Keimbläschen in einem blindgeschlossenen Schlauchende muss ich nach dem vorher Mitgetheilten ebenfalls in Abrede stellen. Uebrigens hat Pflüger selbst in einer seiner Figuren, Taf. III, Fig. 1, einen Zusammenhang seiner Schläuche mit dem cylindrischen Oberflächenepithel des Eierstocks dargestellt und sich auch mehrfach dahin ausgesprochen, dass der Inhalt der Eischläuche vom Ovarialepithel, das er allerdings noch als ein seröses Epithel auffasst, abstammen möchte; schliesslich kommt er jedoch wieder auf die eben referirte Bildungsweise der Eier in blindendigenden Schläuchen zurück und legt jedenfalls darauf das grösste Gewicht.

BISCHOFF und A. haben sich dahin ausgesprochen, dass die Entwickelung der Eier mit dem Ablaufe der Fötalperiode zu Ende sei, und ich muss ihm darin nach meinen Untersuchungen beipflichten. PFLÜGER hat zuerst eine nachembryonale, seiner Vermuthung nach periodisch eintretende, Neubildung von Eischläuchen zu erweisen unternommen, und KÖLLIKER ist ihm darin beigetreten. Letzterer glaubt, Gewebel. pg. 560, durch Wucherung des Epithels schon vorhandener Follikel die Bildung neuer Follikel und Eier annehmen zu können. Ich läugne nicht, dass auch bei Erwachsenen noch schlauchförmige und rundliche Eizellengruppen vorkommen, deren Abschnürung in Follikel noch nicht beendet ist, namentlich habe ich bei Hunden, Kaninchen und Vögeln dergleichen Bildungen häufig gesehen, ebenso wie Einsenkungen des Oberflächenepithels, vgl. Fig. 192; doch bleibt hier immer die Frage offen, ob das nicht Ueberreste aus früheren Bildungsperioden seien; bisher habe ich wenigstens die Ueberzeugung vom Gegentheil nicht gewinnen können. Aehnlich lauten die Angaben von KOSTER [60].

Ueberblicken wir die gewonnenen Resultate, so ergibt sich zunächst, dass nicht das vascularisirte Ovarialstroma es ist, welches die Eier in sich und aus sich, von seinen zelligen Elementen her, erzeugt, wie das vor PFLÜGER's bahnbrechender Arbeit die meisten Forscher zu erweisen gesucht hatten, sondern dass dasselbe nur der Träger einer eigenthümlichen Epithelformation ist, welche sich von Anfang an ganz unabhängig von diesem Stroma als selbstständige Embryonalanlage entwickelte, und die zu dem Stroma in demselben Gegensatze steht, wie überall die Producte der beiden Epithelialblätter des Embryo zu ihrem bindegewebigen, gefässführenden Stützapparate.

Pathologische Erfahrungen, wie namentlich die Entwickelung zahlreicher Dermoidkystome in den Eierstöcken, haben schon lange darauf hingeführt, Zellen, welche dem Hornblatte entstammten, im Eierstocke zu suchen. Auf dem Wege der Entwickelungsgeschichte ist es, nachdem die bekannten Angaben von HIS [52] nicht bestätigt werden konnten, bis jetzt nicht gelungen, einen sicheren Beweis in dieser Richtung hin zu führen. Doch will ich auf eine mir erst jüngst zugegangene Arbeit VAN BAMBEKE's [6] aufmerksam machen, welcher gefunden hat, dass bei Pelobates fuscus dass äusserste Keimblatt, welches den grössten Theil der epidermoidalen Gebilde liefert, zu beiden Seiten des ECKER'schen Dotterpfropfs, an der RUSCONI'schen und REMAK'schen Analspalte, sich in den Binnenraum des Eies umkrümmt und dort einen Theil des dritten Keimblattes bildet, während auch die Zellen des übrigen Theiles ganz den Character der Zellen dieser eingekrümmten Partie annehmen. Von diesem dritten Keimblatte aus entstehen aber bei den Batrachiern die inneren Genitalorgane so wie die Wolff'schen Körper; es dürfte vielleicht diese Beobachtung auf eine richtige Spur leiten. (Man vergleiche hierzu die vorläufigen Mittheilungen GÖTTE's [47a] ähnlichen Inhalts.)

Sehr beachtenswerth ist das frühe Auftreten der Eier, welche sich bei allen Thierklassen einfach als *weiter entwickelte, besonders ausgebildete Epithelzellen des Ovariums* erweisen, so dass Follikelepithel und Eizellen auch genetisch in einer directen Beziehung stehen.

Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an EL. MECZNIKOW's [74] »Polzellen.« Er fand bei Cecidomyiden, dass in der aus einem Zellenhaufen bestehenden jüngsten Ovarialanlage schon beim ersten Auftreten sich besondere Zellen, die er »Polzellen« nennt, auszeichneten; es seien dieses die jüngsten Eier.

Darf man als gesichert ansehen, dass keine Neubildung von Eiern später mehr stattfindet, so hätten wir in diesen Gebilden eines der merkwürdigsten Beispiele langer Lebensdauer von Elementarorganismen vor uns, wenigstens bei den Menschen, wo dieselbe mindestens 40 Jahre betragen könnte.

Die sekundären Zuwächse der primordialen Eizelle, wie den Nebendotter und die zona pellucida, haben wir überall als Producte des Follikelepithels kennen gelernt. Deshalb dürfen wir nur das Primordialei als eine einfache Zelle auffassen, alle reifen Eierstockseier sind schon zusammengesetzte Gebilde.

Diesem Satze widerspricht anscheinend die Erfahrung, dass z. B. die Säugethier- und Batrachiereier so wie die Eier vieler niederen Thiere mit allen ihren Bestandtheilen der Furchung unterliegen. Dieser Widerspruch ist aber bis jetzt kein bindender. Einmal darf man fragen, ob nicht bei dem genetischen Zusammenhange von Ei und Follikelepithel Producte des letzteren, wenn sie in geringer Menge zugeführt werden, der ursprünglichen Eizelle vollständig assimilirt werden können; auf der anderen Seite aber ist es sehr zweifelhaft, ob bei den genannten Geschöpfen auch alle Bestandtheile des Eies direct zum Aufbaue des embryonalen Leibes verwendet werden. Für die Batrachier hat wenigstens Götte[47] hervorgehoben, dass der sogenannte Drüsenkeim Remak's, welcher als Product der Furchung angesehen wird, zum grössten Theile der Larve als Nahrungsmaterial dient. Es sind in dieser Hinsicht noch genauere Untersuchungen über die Furchung und das Verhalten ihrer Producte zur Zelle nothwendig.

Allerdings scheint es auch Eier zu geben, denen kein Nebendotter zugemischt ist. Sehen wir von den Eiern der Protozoen ab, über die man zur Zeit noch kein Urtheil fällen kann, so hat neuerdings Ganin[41] bei einzelnen zur Abtheilung der Pteromalinen gehörigen Hymenopteren reife Eier ohne alle Dotterkörner gefunden, deren Keimbläschen nur von einer geringen Menge klaren Protoplasma's umgeben war.

Die Vergleichung zwischen den Eiern der einzelnen Thierklassen ergibt sich nach dem Vorstehenden schon von selbst. Die Primordial-Eier sind einander überall gleich; auch sind die reifen Eierstockseier der Vertebraten einander vollkommen gleichwerthig, da alle aus dem Primordialei und dem vom Follikelepithel auf dieselbe Weise abstammenden Material zusammengesetzt sind. Damit erledigen sich auf eine sehr einfache Weise die verschiedenen, zum Theile sehr künstlichen Klassifikationen, welche man an den Eiern versucht hat.

Schwieriger ist der Vergleich zwischen den Ovarien der einzelnen Thierspecies durchzuführen. Scheinen dieselben bei den niedersten Thierkreisen auf ihr einfachstes, aber wesentlichstes Element, die Eizelle, reducirt, so finden wir auch noch bei manchen Würmern und Cölenteraten statt besonderer Organe einzelne Stellen der Leibeswand nur mit dem Keimepithel bekleidet, ohne besonders eingerichtete vascularisirte Unterlage, und die Zellen des Keimepithels wachsen ohne weiteres zu Eiern aus. Echinodermen, Mollusken und bei weitem die meisten Arthropoden zeigen schon besondere, nach dem Typus schlauchförmiger oder auch traubiger Drüsen gebaute Organe.

Ferner aber findet sich bei den Mollusken und den meisten Arthropoden schon die Einrichtung der Eifollikel, die bei den Vertebraten zur ständigen, ich möchte sagen, characteristischen Erscheinung wird. Hiermit wird die primordiale Eizelle behufs Ausbildung besonderer Nebentheile noch in ein eigenes Fach eingeschlossen, das ringsum von einem vascularisirten Stroma umgeben ist. Beachtenswerth erscheint dabei der Gegensatz, der zwischen den höheren Vertebraten und den niederen, Batrachiern und Knochenfischen, so wie den meisten Evertebraten stattfindet. Bei den ersteren bleibt wenigstens ein Theil des Eierstocksepithels stets frei zu Tage liegen, während die letzteren alles Epithel vollständig vom vascularisirten Stroma eingeschlossen erhalten. Wir müssen uns diesen Einschluss bei den Amphibien und Knochenfischen so entstanden denken, dass das ursprünglich bei allen Vertebraten flächenhaft ausgebreitete Keimepithel, ebenso wie das Epithel der Tube, bei der weiteren Entwickelung allseitig vom vascularisirten Stroma umwuchert wurde. Bei den meisten Knochenfischen vollzieht sich dieser Vorgang sogar im Zusammenhange mit der Tube, als deren blindgeschlossenes, erweitertes Endstück hier das Ovarium erscheint. Bei den höheren Vertebraten unterbleibt diese totale Einbettung, ebenso wie am Ostium abdominale der Tube.

Die ganze Anlage der Eierstöcke folgt entschieden dem Typus der ächten, d. h. der epithelialen Drüsen; wir haben hier wie dort epitheliale Gebilde in Form von rundlichen oder länglichen Massen in ein vascularisirtes Stroma eingebettet, welches als gefässführendes Gerüst dient, und, wenn wir den Liquor folliculi und den Nebendotter in's Auge fassen, fehlt es auch nicht an einem Secrete. —

Es ist schliesslich noch der weiteren Schicksale der Graaf'schen Follikel zu gedenken, welche sich in der Ovulation und in der Bildung der gelben Körper, corpora lutea, äussern. Beide Vorgänge stehen, wie man schon früher vermuthete, besonders aber in neuerer Zeit Spiegelberg [109] nachgewiesen hat, in der engsten Beziehung zu einander.

Jeder reife Graaf'sche Follikel hat eine längliche, Blut- und Lymphgefässfreie Stelle an seiner vorspringendsten Kuppe, die Narbe, stigma oder macula folliculi. An dieser Stelle reisst beim Austritt des Eies die Follikelwand ein. Die die Ruptur bedingenden Vorgänge sind zweierlei Art, einmal, wie Spiegelberg gezeigt hat, eine ausgedehnte Fettdegeneration der Zellen in den Wandungen der reifen Follikel, dann, als treibende Kraft, die Entwickelung der corpora lutea, welche bereits längere Zeit vor der Eröffnung des Follikels beginnt. Dieselbe besteht in einer mächtigen Zellwucherung sowohl von Seiten des Follikelepithels als auch der tunica propria folliculi; in der letzteren scheinen mir namentlich zahlreiche Wanderzellen auszutreten, wie mich Injections-Versuche mit Farbstoffkörnchen gelehrt haben. Mit den Wanderzellen sprossen Gefässbögen in den Binnenraum des Follikels vor, wodurch dieser Raum immer mehr verengt und endlich an der gefässlosen schwächsten Stelle seiner Wandung zur Eröffnung gebracht wird. Das Ei, sowie bei Säuge-

thieren der Liquor folliculi und der Discus proligerus, letzterer im Zusammenhange mit dem Ei, treten dann aus. Ob dabei immer ein Bluterguss stattfindet ist mir sehr fraglich, auch Pflüger[84] verneint denselben. Dass die menstruale Congestion ein rasches Anwachsen des corpus luteum befördern und somit einen directen Einfluss auf den Eiaustritt haben müsse, liegt bei der eben erwähnten Bildungsweise der gelben Körper auf der Hand.

Der gelbe Körper erscheint aber in voller Ausbildung erst einige Wochen nach der Entleerung der Follikel, bei eintretender Schwangerschaft erst im 2—3. Monate. Er bildet dann eine die frühere Stelle des Follikels einnehmende, ihn an Grösse noch übertreffende Masse, welche in eine centrale, meist roth, später hellgrau gefärbte Partie und in eine intensiv gelbe, gefaltete Randschicht, die nach aussen von der früheren tunica fibrosa des Follikels umhüllt ist, zerfällt. Die Mitte führt beim frischen corpus luteum ein gefässreiches, dem Schleimgewebe ähnliches Bindegewebe, in welchem gewöhnlich zahlreiche, mit körnigem rothem Farbstoff gefüllte grosse Zellen und Hämatoidinkrystalle, vgl. Zwicky[129] und Virchow[120], liegen. Die Randzone besteht aus zweierlei zelligen Elementen; zu innerst finden sich grosse, rundlich eckige, blasse, feingekörnte Zellen, welche, wie man namentlich bei Kaninchen leicht erkennen kann, vom Epithel des Follikels abstammen; zwischen diese ragen überall, von der Peripherie sowohl wie vom Centrum her, gefässführende, sehr zellenreiche Fortsätze hinein, welche die Faltung der gelben Zone bedingen. So reichlich anfangs der epitheliale Antheil des corpus luteum entwickelt ist, scheint er doch später vollkommen zu schwinden; es bleibt dann von dem voluminösen Gebilde nur noch ein kleiner, wie eine weisse Narbe erscheinender Rest, corpus albicans, zurück. Die Ursache der Rückbildung der gelben Körper wird von His[52] auf eine Verödung der hier mit sehr dicken Wandungen versehenen Arterien bezogen. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass bei eingetretener Gravidität die gelben Körper, welche man dann als corpora lutea vera unterscheidet, um Vieles mächtiger sich entwickeln und bis zum Ende der Gravidität sich erhalten, während die corpora lutea spuria nach wenigen Wochen sich zurückbilden. Es spricht dies für eine fernere Bedeutung der corpora lutea, die Substanzverluste zu decken, welche durch die Entleerung der Graaf'schen Follikel entstanden sind, wie Pflüger[84] angedeutet hat.

Eingehende Untersuchungen der corpora lutea verdanken wir His[52]. Ich kann jedoch seiner Ansicht, wonach das Follikelepithel an der Bildung der gelben Körper sich nicht betheilige, die ausserdem von Kölliker[59] u. A. angenommen wird, mich nicht anschliessen, sondern muss mich auf Seite von Schrön[102], Pflüger[84] und Luschka[72] stellen, welche beiderlei Elemente der Follikelwand zu ihrer Bildung beitragen lassen. — Weitere historische Daten über die corpora lutea finden sich in der Dissertation von Zwicky[129].

Nicht alle Graaf'schen Follikel, deren Zahl Henle in einem jungen Ovarium auf 36,000, Sappey hingegen, s. bei Frey[40], pg. 534, auf 400,000, schätzt,

gelangen zur Reife, und bei weitem nicht alle liefern ein reifes Ei; vielmehr gehen die meisten auf den verschiedensten Entwickelungsstufen zu Grunde; schon die kleinsten Follikelformen trifft man, wie ich PFLÜGER[84] bestätigen kann, in Verödung begriffen. Man findet in den grösseren verödeten Follikeln meist den Ueberrest des Eies als sehr dicke, glänzende, zusammengedrückte zona pellucida mit wenig körnigem Inhalt; die Follikelwand verändert sich in ähnlicher Weise, wie bei der Bildung des corpus luteum, nur ist die Zellen-Neubildung sehr viel geringer. Corpora lutea in schöner Ausbildung trifft man nur bei den Säugethieren; geringer entwickelt fehlen sie jedoch bei keinem Wirbelthier; verödete Follikel sind bei allen Wirbelthierklassen in grosser Zahl zu finden.

Wie neuere Untersuchungen bei Hunden mir gezeigt haben, fehlt das Ovarial-epithel auf der Oberfläche frischer corpora lutea; dagegen senkt es sich an der Rissstelle des früheren Follikels sehr tief zwischen das Ovarialstroma und die Peripherie des gelben Körpers hinab. Weitere Beobachtungen müssen lehren, ob vielleicht von diesen Einsenkungen aus eine Neubildung von Follikeln und Eiern stattfindet.

Nebeneierstock. Der Wolff'sche Körper besteht, wie bereits J. MÜLLER[79] nachgewiesen hat, und neuerdings wieder BANKS[7] und DURSY[35] ausgesprochen haben, aus zwei differenten Abtheilungen; die eine führt breite Kanäle mit flachem, körnigem Epithel und steht mit Glomerulis in Verbindung; es ist das der Urnierentheil des Wolff'schen Körpers. Die Kanälchen des zweiten Abschnittes, welche beim Menschen den oberen Umfang des Wolff'schen Körpers einnehmen, sind enger und haben ein höheres Epithel, das später zum Theil Flimmerhaare trägt; sie entwickeln sich beim Manne zu den Kanälchen des Nebenhodenkopfes. Auch beim Weibe dringen sie bis zum Hilus der Keimdrüse vor und bei vielen Thierspecies weit in das Stroma derselben hinein, so z. B. beim Hunde, vgl. Fig. 191, bei der Katze und dem Rinde. Sie enden hier nach beiden Seiten blind geschlossen, indem nach der Obliteration des Wolff'schen Ganges, von welchem sie früher ausgingen, wie sie bei den meisten betreffenden Thierarten eintritt, ihr Lumen auch von dieser Seite verlegt wird. Die Reste dieser Kanäle, also die Reste des Sexualtheils des Wolff'schen Körpers, welche man bald ausserhalb des Eierstockes als sogenanntes Rosenmüller'sches Organ, bald innerhalb des Ovariums, wie beim Hunde, findet, bilden zusammen den Nebeneierstock, das Homologon der Epididymis des Mannes. Beim menschlichen Weibe besteht derselbe später aus etwa 12—15 in das Ligamentum latum eingebetteter Röhren, die eine bindegewebige kernhaltige Wandung zeigen, und von einem einschichtigen Flimmerepithel ausgekleidet sind. Die beim Hunde tief im Ovarialkörper steckenden Kanäle flimmern nicht, sondern haben eine Pflasterepithelbekleidung; sie sind wol schon als Homologa der Samenkanälchen anzusehen.

Auch die Reste des Urnierentheils des Wolff'schen Körpers finden sich bei beiden Geschlechtern erhalten. Beim Manne stellen sie das Giraldès'sche Organ, Parepididymis Henle[50], Paradidymis m.[123] vor, während man sie bei weiblichen Embryonen, streng vom Rosenmüller'schen Organ geschieden, medianwärts von diesem, zwischen Ovarium und Tube im Ligamentum latum findet. Sie schwinden später bis auf ganz unbedeutende Reste und mögen wol Veranlassung zu manchen der kleinen Cystenbildungen werden, an denen das breite Mutterband so reich ist.[1]

Die ältere Geschichte und Literatur des Ovariums und Ovulums findet man in ziemlicher Vollständigkeit bei A. v. Haller, Elementa physiologiae, Bernae. 4. T. VII, VIII, und bei Valentin, Handbuch der Entwickelungsgeschichte, Berlin 1835; auch sind die Artikel von Farre, »Uterus and its appendages,« Todd's Cyclopaed. Vol. V, so wie von Leuckart: »Zeugung« im Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner hier zu vergleichen. Von neueren Daten möge hervorgehoben werden, dass 1827 v. Baer[2] das Säugethierei entdeckte. Das Keimbläschen war schon 1825 von Purkyně[88] beim Vogelei aufgefunden worden; Coste[31] entdeckte 1834 das Keimbläschen des Säugethiereies; fast gleichzeitig wurde es auch von Valentin und Bernhardt[13] in Breslau und von Wharton Jones in London gesehen, vgl. des Letzteren Mittheilung an die Royal Society in London, June 1835 (London and Edinburgh philosoph. Magaz. III Series, vol. VII). 1835 brachte R. Wagner[121 122] mit dem Nachweise des Keimflecks einen vorläufigen Abschluss in die Morphologie des Eies; s. a. J. Müller's Archiv 1835 pg. 373 und Denkschriften der bayrischen Akademie der Wissensch. zu München 1837. II. 531. Wagner versuchte auch in seinem Prodromus[121] eine vergleichende Zusammenstellung der Eier aller bekannten Thierklassen. Die Mikropyle hat schon R. Wagner in seinen Icones zootomicae vom Holothurieneie abgebildet; Doyère scheint sie bereits 1850 bei Syngnathus gesehen zu haben, vgl. Reichert's Jahresbericht pro 1854, Müller's Arch. 1855. J. Müller[80] beschrieb sie zuerst genauer am Holothurienei und verglich sie mit der Mikropyle bei den Pflanzen; Keber[55] schlug dann ausdrücklich die Bezeichnung »Mikropyle« für diese Oeffnung vor. Valentin[116] verdanken wir ferner 1838 den ersten Nachweis von röhrenförmig verzweigten drüsigen Gebilden im Ovarium, die bald darauf von Billroth[15] bestätigt wurden, aber wenig Beachtung fanden, bis sie Pflüger[84] aufs Neue feststellte und in einer ausgezeichneten Monographie den Ansichten über den Bau des Eierstocks eine andere Wendung gab. Es ist bereits im Texte, so weit der Raum es gestattete, auf die Pflüger'schen Ansichten über die Entstehung der Graaf'schen Follikel aus Schläuchen, über die Entwickelung der Eier, den Bau der letzteren, so wie ihre stete Neubildung auch beim Erwachsenen und die Besonderheiten des Ovarialepithels berichtet worden. Man hatte früher stets die Follikel und Eier als Abkömmlinge der gewöhnlichen Stromazellen des Ovariums aufgefasst; seit Pflüger lernte man beide als selbstständige epitheliale Bildungen kennen, die in das Stroma nur eingebettet waren. Freilich blieb der Nachweis der ersten Entwickelung derselben noch ein Desiderat.

Das Pflüger'sche Werk rief eine grosse Anzahl von Arbeiten über den Eierstock hervor. Die Schlauchbildungen wurden bald auch beim Menschen aufgefunden, zuerst von Spiegelberg[107], dann von Letzerich[65] und Langhans[64]; beim Hühnchen von Stricker[114], und von vielen Anderen, jüngst noch von Pljhal[87], bei Säugethieren. Gewissermaassen im Gegensatze zu Pflüger, der alles Gewicht auf die Bildung von Schläuchen legte, stehen die Arbeiten von Borsenkow[22], Bischoff[19], Henle[50], Grohe[49] und neuerdings von His[52], welcher vorzugsweise embryonale Eierstöcke

untersuchte und zuerst mit Nachdruck den cavernösen Bau der letzteren mit rundlichen epithelialen, eihaltigen Zellenhaufen hervorhob; ebenso Kölliker [59]. Auch muss hier die Arbeit von Bornhaupt [21] erwähnt werden, der zuerst beim Hühnchen die Entwickelung der Pflüger'schen Schläuche vom Eierstocksepithel aus beschrieben hat. Ueber die im Text gegebene Darstellung des Ovarialepithels sowie der Bildung der Follikel und Eier aus demselben, Resultate, zu denen im Wesentlichen auch Koster [60] bei einer gleichzeitigen Untersuchung gelangte, wolle man die unter No. 123 des Literaturverzeichnisses citirte Schrift vergleichen.

Zur besseren Uebersicht habe ich im Nachstehenden die Maasse der wichtigsten beim Eierstock besprochenen Gebilde in einer kleinen Tabelle nach den Angaben von Henle, Kölliker, Frey, v. la Valette und eigenen Messungen zusammengestellt. Ich habe vorzugsweise den menschlichen Eierstock berücksichtigt; die Zahlen bedeuten Mikromillimeter.

Epithel	der	Eierstocksoberfläche,	neugeborener	Mensch,	Länge	15—18.
»	»	»	»	»	Breite	5—6.
»	»	»	erwachsener	»	Länge	12—15.
»	»	»	»	»	Breite	5—6.
»	»	»	altes Rind		Länge	9—12.
»	»	»	Kalb		»	12—15.
»	»	»	Schwein		»	15—20.

	Durchschnittsgrösse.
Primordialfollikel, 7monatl. menschl. Embryo	30—100.
Kleinste Follikel, erwachsener Mensch	30—40.
Reife Follikel, » »	10000—12000. (10—12 mm.)
Kleinste Follikel des Huhnes	24—36.
Follikelepithel, erwachsener Mensch	15—22.
» Huhn in 3—6 mm. grossen Follikeln	24—30.
» » in reifen Follikeln	6—8.
Primordialei, 3monatl. menschl. Embryo	11—14.
» 7monatl. » »	15—25.
Kleinste Eier, erwachsener Mensch	26.
Reifes Ei des Menschen	200.
» » » Hundes	180.
» » » Meerschweinchens	120.
zona pellucida beim Menschen, reifes Ei	10.
Keimbläschen, 3monatl. menschl. Embryo	9—11.
» 7monatl. » »	10—14.
» reifes menschl. Ei	45.
Keimfleck, 3monatl. menschl. Embryo	2.
» reifes mensch. Ei	7.
» von fast reifen Schafembryonen	5—8.
» von 17tägigen Kätzchen	3—5.

Neuere Literatur.

1) Aeby, Ch., Ueber glatte Muskelfasern im Ovarium und Mesovarium von Wirbelthieren. Reichert's und Du bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859. p. 675.
2) v. Baer, de ovi mammalium et hominis genesi epistola. Lipsiae, 1827. 4.
3) ——, Heusinger's Zeitschr. für organische Physik, 1827.
4) ——, Breschet's Repertoire d'anat. et de la physiologie. Paris, 1829.
5) ——, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere etc. Königsberg i/Pr. I. Theil, 1828—1834. II. Theil, 1837.
6) van Bambeke, Recherches sur le développement du Pélobate brun. Mém. de l'Acad. belge. T. XXXIV. 1868.
7) Banks, Will. Mitchell, On the Wolffian bodies of the foetus and their remains in the adult; including the development of the generative system. Edinburgh, 1864. 8. (Prize Thesis).
8) Balbiani Note relative à l'existence d'une génération sexuelle chez les infusoires. Journ. de l'anat. et de la Physiologie par M. Brown-Séquard, T. I. 1858.
9) ——, Compt. rendus. 1864, 1865.
10) Barry, M., Researches in Embryology. London Phil. Transact. 1838—40.
11) Baudelot, Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques gastéropodes. Ann. Sc. nat. IV. Sér. Zool. T. XIX. 1863 p. 135 et 268.
12) Becker, in Moleschott's Unters. zur Naturlehre. II. Bd. 1857.
13) Bernhardt, Symbolae ad ovi avium historiam ante praegnationem. Vratislav., 1834. Dissert. inaug. 4.
14) Bessels, E., Studien über die Entwickelung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 17. 1867. p. 545.
15) Billroth, Th., Ueber fötales Drüsengewebe in Schilddrüsengeschwülsten. J. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1856, p. 144.
16) Bischoff, Th. W., Artikel »Entwickelungsgeschichte« in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.
17) ——, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. 1842.
18) ——, Entwickelungsgeschichte des Kanincheneies. Braunschweig, 1842.
19) ——, Ueber die Bildung des Säugethiereies und seine Stellung in der Zellenlehre. Sitzgsber. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1863. Bd. I. p. 242.
20) ——, Ueber die Ranzzeit des Fuchses und die erste Entwickelung seines Eies. Ibid. Bd. II, 1863. p. 44.
21) Bornhaupt, Th., Untersuchungen über die Entwickelung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. Riga, 1867. 4. (Dorpater Inauguraldiss.)
22) Borsenkow, Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. IV. 1863. p. 56.
23) Buchholz, R., Beiträge zur Anatomie der Gattung Enchytraeus. Schriften der Königsberger physik. öcon. Gesellsch. III. Jahrg. 1862.
24) ——, Ueber die Mikropyle von Osmerus eperlanus Reichert's und Du Bois-Reymond's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863.
25) Bruch, Ueber die Mikropyle der Fische. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. VII.
26) Carus, C. G., Auffindung des ersten Ei- oder Dotterbläschens in sehr frühen Lebensperioden des weibl. Körpers. J. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1837. p. 442.
27) Claparède, De la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers Nématodes. Genève, 1859.
28) ——, Ueber Eibildung und Befruchtung bei den Nematoden. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 9. 1858. p. 106.
29) ——, Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Neritina fluviatilis. J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1857. p. 109.
30) Claus, C., Beobachtungen über die Bildung des Insecteneies. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wisssensch. Zool. Bd. 14. p. 42.

31) Coste, Recherches sur la génération des Mammifères. Paris, 1834. 4.
32) ——, Embryogénie comparée (Edition belge). Bruxelles, 1838. 4.
33) ——, Histoire générale et particulière du développement des corps organisés. Paris, 1847—1859.
34) Cramer, Beitrag zur Kenntniss der Bedeutung und Entwickelung des Vogeleies. Verhdl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. Neue Folge. I. Bd. 3. Heft. 1868.
35) Dursy, E., Ueber den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugethiere (vorläuf. Mittheil.). Henle's und v. Pfeufer's Zeitschr. für rationelle Medicin. 23. Bd. 1865. p. 257.
36) Eberth, Die Generationsorgane von Trichocephalus dispar. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. X. p 383.
37) Ecker, Icones physiologicae (Tabula XXII).
38) Filippo de Filippi, Zur näheren Kenntniss der Dotterkörperchen der Fische. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. X. p. 15.
39) ——, Allgem. Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Thiere. Moleschott's Unters. zur Naturlehre. Bd. 9. 1865. p. 121.
40) Frey, Lehrbuch der Histologie. III. Aufl. 1870.
41) Ganin, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 19 Bd. pg. 381. 1869.
42) Gegenbaur, Bemerkungen über die Geschlechtsorgane von Actäon. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 1854. Bd. 5. p. 436.
43) ——, J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1861. p. 491. (Eier der Wirbelthiere mit partieller Dotterfurchung.)
44) ——, Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturw. I. 1864.
45) ——, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig, 1870. 8. 2. Aufl.
46) Giraldès, Recherches anatomiques sur le corps innominé. Brown-Séquard, Journal d'anat. et de la physiol. T. IV. 1861. p. 1.
47) Götte, Untersuchungen über die Entwickelung des Bombinator igneus. Max Schultze's Arch. für mikrosk. Anat. Bd. V. 1869.
47a) ——, Centralbl. f. die med. Wissensch. 1869. No. 26 u. No. 55.
48) Greef, Ueber einige in der Erde lebende Amöben und Rhizopoden. ibid. Bd. II. p. 299.
49) Grohe, Virchow's Arch. für pathol. Anatomie. 1863. 26. Bd.
50) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Bd. II. Eingeweidelehre. Braunschweig, 1866.
51) Hering, E., Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurms. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 8. 1857. p. 400.
52) His, W., Beobachtungen über den Bau des Säugethiereierstocks. Max Schultze's Arch. für mikroskop. Anat. Bd. I. 1865.
53) ——, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes I. Die Entwickelung des Hühnchens im Ei. Leipzig, 1868. 4.
54) Hoyer, Ueber die Eifollikel der Vögel, namentlich der Tauben und Hühner. J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. 1857. p. 52.
55) Keber, Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei etc. Königsberg, 1853. 4.
56) Klebs, Die Eierstockseier der Wirbelthiere. Virchow's Arch. f. patholog. Anat. 21. Bd. (vorl. Mitth.) Ibid. 28. Bd. (ausführl. Mittheilung.)
57) Kobelt, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg, 1847.
58) Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig, 1861. 8.
59) ——, Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig, 1867.
60) Koster, W., Onderzoek omtrent de vorming van Eieren in het ovarium der zoogdieren, na de geboorte, en de verhouding van het ovarium tot het buikvlies. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akad. van Wetenschapen, Afdeeling »Natuurkunde«. 2 Reeks. Deel III. 1868. — Recherches sur l'épithélium de l'ovaire des mammifères après la naissance, etc. Archives Néerlandaises, T. IV. 1869.

61) Krause, C., Vermischte Beobachtungen und Bemerkungen. J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1837. (Ei der Säugethiere).

62) Landois, L., Anatomie des Hundeflohes. Nova acta Acad. Caesar. Leop.-Carol. germ. natur. Curiosor. T. XXXIII. Dresdae, 1867. p. 1.

63) ——, Untersuchungen über die auf dem Menschen schmarotzenden Pediculinen. III. Pediculus vestimenti. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 15. p. 33.

64) Langhans, Virchow's Arch. für pathol. Anat. 38. Bd.

65) Letzerich, Pflüger's Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium zu Bonn. 1865. p. 178.

66) Leuckart, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern. J. Müller's Archiv f. Anat. und Physiologie. 1855.

67) ——, Die menschlichen Parasiten. I. und II. Bd. (1. und 2. Liefer.) Leipzig 1862—1868.

68) Leydig, Eierstock und Samentasche der Insecten. Nova acta Acad. Caes. Leopold. T. XXXIII. Dresdae, 1867.

69) Lieberkühn, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Reichert's und Du Bois-Reymond's Arch. für Anat. und Physiolog. 1859.

70) Lubbock, On the ova and pseudova of Insects. London Phil. Transact. 1859. Part. I.

71) v. Luschka, Prager Vierteljahrsschrift für Heilkunde. 1858. 4. Band. (Flüssigkeit des Graaf'schen Follikels.)

72) ——, Die Anatomie des Menschen. Bd. II. Abth. 2. »Das Becken.« 1864.

73) Meckel v. Hemsbach, Die Bildung der für partielle Furchung bestimmten Eier der Vögel verglichen mit den Graaf'schen Follikeln und der Decidua des Menschen. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. 1852.

74) Mecznikow, Die Entwickelung der viviparen Aphiden. Ibid. Bd. 16. p. 437.

75) Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans. Ibid. Bd. V. 1854. p. 205. Ferner, Beiträge zur Anat. und Physiologie der Gordiaceen. Ibid. 1856. Bd. 7. p. 1.

76) Meyer, H., J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. 1842. p. 17.

77) ——, Entwickelung des Fettkörpers und der Generationsorgane bei den Lepidopteren etc. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 1.

78) J. Müller, Ueber zahlreiche Porencanäle in der Eikapsel der Fische. J. Müller's Arch. 1854. p. 186.

79) ——, Bildungsgeschichte der Genitalien. Düsseldorf, 1830. 4.

80) ——, Ueber den Kanal in den Eiern der Holothurien. J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiologie. 1854.

81) Munk, H., Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 9. 1858. p. 365.

82) v. Nathusius (Königsborn), Ueber die Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 18. p. 225 und Bd. 19.

83) Perier, Ch., Anatomie et physiologie de l'ovaire. Thèse. Paris, 1866. 8.

84) Pflüger, E., Die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig, 1863. 4.

85) ——, Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. zu Bonn. 1865. (Ueber ein merkwürdiges Ei des Kalbes. p. 173.)

86) ——, Ueber die Bewegungen der Ovarien. Reichert's und Du Bois-Reymonds Archiv. 1859. p. 30.

87) Plihal, Die Drüsenschläuche und die Abschnürung der Graaf'schen Follikel im Eierstock. Max Schultze's Arch. f. mikrosk. Anat. 5 Bd. 1869. p. 445.

88) Purkyně, Symbolae ad ovi avium historiam etc. Vratislaviae, 1825. 4.

89) ——, Artikel »Ei« im encyclopädischen Wörterbuch der medicin. Wissensch. Berlin, 1834. Bd. X.

90) Quincke, v. Siebold's und Kölliker's Zeitsch. für wissensch. Zool. Bd. XII. p. 483.

91) Ransom, On the ovum of Osseous Fishes. London Phil. Trans. P. II. 1867.

92) Ratzel, Fr., Beiträge zur Anatom. u. systemat. Kenntniss der Oligochäten. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 18. p. 563.

93) Reichert, Ueber die Mikropyle der Fischeier etc. J. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1856. p. 83.
94) ——, Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. Berlin, 1840.
95) ——, Entwickelung des Meerschweinchens. Abhandl. der Berl. Academie, 1862.
96) Remak, Ueber Eihüllen und Spermatozoen. J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1854. p. 252.
97) ——, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin, 1855. Fol.
98) Rosenmuller, Quaedam de ovariis embryonum et foetuum humanorum. Lipsiae, 1802.
99) Rouget, Organes érectiles de la femme etc. Brown-Séquard Journ. de la physiol. T. I. 1858.
100) Samter, Jul., Nonnulla de evolutione ovi avium donec in oviductum ingrediatur. Dissert. inaug. Halis S., 1853.
101) Schenk, Beitrag zur Lehre von den Organ-Anlagen im motorischen Keimblatt. Wiener acad. Sitzungsber. Math.-naturw. Classe. 2. Abth. Bd. 57. (1. u. 2. Heft, Januar, Febr.) Wien, 1868. p. 189.
102) Schron, Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie des Eierstocks der Säugethiere. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 12. 1863. p. 409.
103) ——, Ueber das Korn im Keimfleck etc. Moleschott's Untersuch. zur Naturl. Bd. 9. p. 209.
104) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen etc. Berlin, 1839. 8.
105) Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 17. p. 291.
106) Semper, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Ibid. Bd. 8. 1857. p. 340.
107) Spiegelberg, Virchow's Arch. für pathol. Anat. Bd. 30. p. 467.
108) ——, Die Entwickelung der Eierstocksfollikel und der Eier der Säugethiere. Nachrichten von der G. A. Univers. u. der königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. No. 20 vom 9. Juli 1860.
109) ——, Ueber die Bildung und Bedeutung des gelben Körpers im Eierstock. Monatsschrift für Geburtskunde. 1865. 26. Bd. p. 7.
110) Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, 1859. I. Bd. 1867. II. Bd. 4.
111) Steinlin, Ueber die Entwickelung der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere. Mitth. der Züricher naturf. Gesellsch. 1847 (vgl. auch Reichert's Jahresber. in J. Müller's Arch. 1848. p. 24.).
112) Strethill Wright, On the reproductive elements of the Rhizopoda. Ann. Mag. nat. hist. (3) VII. 1861.
113) ——, Observations on British Protozoa and Zoophytes. Ibid. Vgl. Keferstein's Jahresbericht für 1861.
114) Stricker, S., Beiträge zur Kenntniss des Hühnereies. Wiener academische Sitzungsber. math.-naturw. Classe. 2. Abth. 1866. 54. Bd. 1. Heft (Juni). p. 116.
115) Thomson (Allen), Article »Ovum« in Todd's Cyclopaedia. Vol. V (Supplementary Volum.) 1859.
116) Valentin, Ueber die Entwickelung der Follikel in dem Eierstock der Säugethiere. J. Müller's Arch. für Anat. u. Physiol. 1838. p. 526.
117) v. la Valette St. George, Ueber den Keimfleck und die Bedeutung der Eitheile. Max Schultze's Arch. für mikrosk. Anat. Bd. II. 1866.
118) ——, Studien über die Entwickelung der Amphipoden. Abhandlungen der naturforsch. Gesellsch. in Halle a. S. Bd. V. 1860.
119) Virchow, Ueber die Dotterplättchen bei den Fischen und Amphibien. Zeitschr. f. wiss. Zool. von v. Siebold und Kölliker. Bd. I.
120) ——, Die pathologischen Pigmente. Virchow's Arch. f. patholog. Anat. Bd. I.
121) Wagner, Prodromus histor. generationis. Lipsiae, 1836. Fol.
122) ——, Artikel »Ei« in Ersch und Gruber's Encyclopädie. Sect. I. 32. Thl. p. 1.
123) Waldeyer, Eierstock und Ei. Leipzig, 1870. 8.

124) WALTER, G., Fernere Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Oxyuris ornata. v. SIEBOLD'S und KÖLLIKER'S Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 9. p. 484.

125) WEISMANN, Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. v. SIEBOLD'S und KÖLLIKER'S. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 14. p. 187.

126) v. WINIWARTER, Zur Anatomie des Ovariums der Säugethiere. Wiener akademische Sitzungsber. Math.-naturw. Klasse. 2. Abth. 57. Bd.

127) v. WITTICH, Observationes de aranearum ex ovo evolutione. Halis S. 1845. Dissert. inaug.

128) ——, Die Entstehung des Arachniden-Eies im Eierstocke etc. J. MÜLLER'S Archiv für Anat. und Physiologie. 1849. p. 113.

129) ZWICKY, de corporum luteorum origine atque transformatione. Turici, 1844. Dissert. inaug.

Capitel XXVI.

Haut, Haare und Nägel.

Von

Alfred Biesiadecki,

Professor in Krakau.

A. Haut.

Die Haut — integumentum commune — bildet einen Ueberzug über die ganze Körperoberfläche, gleichsam ein Kleid des Körpers. Sie dient zum Schutze vor äusseren Schädlichkeiten, hat aber noch viele andere nicht minder wichtige Aufgaben zu erfüllen. Je nach diesen Aufgaben ist sie mit verschiedenen drüsigen, hornartigen und nervösen Apparaten ausgestattet, die nicht gleichmässig über die ganze Haut vertheilt sind, sondern einzelnen Hautregionen vorwiegend zukommen. — Es müssen also wesentliche, d. i. der ganzen Haut zukommende Bestandtheile, von solchen unterschieden werden, die vorzüglich einzelnen Regionen eigenthümlich sind.

Zu den ersteren gehört die eigentliche Haut, Corium, mit dem epidermidalen Ueberzuge und das Unterhautzellgewebe, tela subcutanea; zu den letzteren die verschiedenen Horngebilde, Haare, Nägel, die Drüsen, die nervösen Endapparate, welche alle ihre besondere Berücksichtigung finden werden.

Das Integumentum commune besteht aus Cutis und subcutanem Bindegewebe; die Cutis, Lederhaut, wieder aus dem Corium und der Epidermis. Der wesentlichste Bestandtheil ist die Lederhaut, Corium, eine derbe, wenig elastische, weisse, undurchsichtige, bindegewebige Membran. Ihre innere Fläche geht ohne scharfe Grenze in das subcutane Bindegewebe über, welches ebenfalls eine bindegewebige Membran darstellt, sich jedoch von der Lederhaut dadurch unterscheidet, dass es aus einem lockeren, saftigen Bindegewebe besteht und in den meisten Stellen mit Fett gefüllt ist.

Die äussere Fläche der Lederhaut grenzt an die unterste Schichte der Epidermis, welche sich als eine in den tieferen Lagen durchscheinende, graue,

höher oben spröde, weichliche Schichte darstellt. Durch Fäulniss, Maceration oder durch krankhafte Vorgänge kann sich die Epidermis vom Corium lostrennen.

Die Lederhaut ist vermittelst des Unterhautgewebes an die tieferen Gebilde, wie Fascien, Beinhaut, befestigt. — Dieser Zusammenhang ist bald lockerer, bald straffer, je nach der Straffheit des Unterhautzellgewebes oder dem Fettreichthum desselben. Ueber Körpertheilen, welche eine grössere Beweglichkeit zeigen, ist die Haut blos locker befestigt, und dann ist auch das Unterhautgewebe fettlos, wie an den Augenlidern, Penis, oder sie ist in Falten gelegt, wie an der Streckseite der Gelenke.

Die Lederhaut ist im physiologischen Zustande nicht eben, sondern zeigt grössere und kleinere Erhabenheiten und ihnen entsprechende Vertiefungen; ferner kommen wirkliche Falten, Duplicaturen vor, welche aber durch Zug, sowie durch Spannung von der Tiefe her z. B. durch Exsudate im Unterhautgewebe, durch stärkeren Fettreichthum ausgeglichen werden können. Kleinere Erhabenheiten findet man an der Coriumoberfläche in Form von Leistchen, Riffen und Wärzchen.

Erstere sind namentlich deutlich ausgeprägt in der Hand- und Fusssohlenfläche, sowie an der Beugefläche der Finger und Zehen, wo solche Riffe in bogenförmigen Linien verlaufen.

Die kleinsten Erhabenheiten bilden die Wärzchen, Papillen, der Haut, welche der Coriumoberfläche ein filziges Aussehen verleihen. Ausserdem zeigt die Coriumoberfläche zahlreiche Furchen und Vertiefungen, die entweder zwischen den Falten und Riffen verlaufen, oder selbständig sich vorfinden, wie an der Beugeseite der Extremitäten. Am meisten ausgeprägt findet man sie in der Hohlhand und Fusssohle. Schliesslich sind noch zu berücksichtigen trichterförmige Vertiefungen, auch Poren der Haut genannt, als Ausführungsgänge der Schweiss- und Talgdrüsen und Haartaschen.

Unterhautzellgewebe.

Das subcutane Bindegewebe besteht aus verschieden dicken Bindegewebsbündeln, welche aus den oberflächlichen Fascien sich erhebend in schiefer Richtung gegen die untere Fläche der Cutis hinziehen. Diese Bündel kreuzen sich mit einander und bilden auf diese Weise gröbere Maschenräume, die wiederum durch feinere Bindegewebsbündel in kleinere, gleichsam secundäre Räume zerfallen. Die Bündel selbst sind meist cylindrisch, zeigen an den meisten Stellen Einschnürungen, ähnlich wie die der Arachnoidea, und bestehen aus einer Summe wellenförmig verlaufender Bindegewebsfasern, zwischen welchen sich individuell verschieden zahlreiche, spindelförmige Bindegewebszellen vorfinden. Das subcutane Bindegewebe ist an einigen Stellen wie Augenlider, Penis, Ohren, Hodensack fettlos und misst der Tiefe nach 1—1,5 Millim., an den übrigen Hautstellen schliesst es dagegen in seinen

Maschen je nach dem Individuum verschieden grosse Fettläppchen ein. Mit Fett versehen, bildet es die sogenannte Fetthaut, Panniculus adiposus. Die Fettläppchen bestehen aus einem Haufen bald ovaler, bald polyedrischer, durch gegenseitigen Druck abgeplatteter Fettzellen, zwischen welchen ein zierliches Netz von Blutcapillaren verläuft. An den Fettzellen unterscheidet man eine sehr zarte Hülle und den fettigen Inhalt derselben, welcher aus einem einzigen, im Leben flüssigen, sonst meist erstarrten Fetttropfen besteht, und welcher die Hülle straff gespannt erhält, so dass man dieselbe im frischen Zustande nur selten wahrnehmen kann. Dies gelingt jedoch leicht nach der Extraction des Fettes mit Aether oder mit absolutem Alkohol und Terpentin; man bekommt dann ein gefaltetes, zartes, glashelles Häutchen, in dessen Innerem in den meisten Fällen ein runder Kern sichtbar wird. Manchmal findet man noch Ueberreste von einer granulirten Substanz (Protoplasma), welche vorwiegend um den Kern angehäuft liegt. Das Fett erscheint in einzelnen Fällen in büschelförmig angeordneten Krystallen, namentlich häufig an Weingeistpräparaten.

Im fettlosen Unterhautzellgewebe werden die obenerwähnten secundären Räume von dünnen Bindegewebsbündeln durchzogen, ja in manchen Fällen selbst von einzelnen Bindegewebsfibrillen, welche an in Chromsäure gehärteten Präparaten meist dreieckige, mit einer serösen Flüssigkeit gefüllte Lücken zwischen sich fassen.

Der Abstand der einzelnen Bündel und Fibrillen von einander ist bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Verhältnissen verschieden. Derselbe hängt von dem Saftreichthum des Individuums ab und kann in pathologischen Zuständen, wie z. B. beim Oedem der Haut, sehr bedeutend werden. Innerhalb der erwähnten Bindegewebsbündel, oder auch in den Räumen zwischen ihnen lagern spindelförmige Zellen. Man überzeugt sich hier namentlich bei ödematöser Haut, wo die Zellen und Fasern auf lange Strecken durch die ödematöse Flüssigkeit isolirt verlaufen, dass die Bindegewebszellen aus einer granulirten Protoplasmamasse bestehen und sehr lange Fortsätze, meist zwei entgegengesetzte, aber auch deren mehrere, aussenden, die eine Strecke weit noch aus granulirter Substanz bestehen, weiter entfernt jedoch das homogene, glatte Aussehen einer Bindegewebsfibrille bekommen; solche Fortsätze lassen sich noch auf eine weite Strecke in die Bindegewebsbündel verfolgen.

Aus diesem Befunde ist der Schluss erlaubt, dass in Uebereinstimmung mit den von Kusnetzoff für die embryonale Haut gemachten Erfahrungen in diesen Fällen Bindegewebszellen in Bindegewebsfibrillen übergehen.

Ausser den beschriebenen Bindegewebszellen mit langen Fortsätzen begegnet man auch spindelförmigen und runden Zellen von der Grösse und Beschaffenheit farbloser Blutkörperchen, aber auch grösseren, mit einer stark granulirten Protoplasmasubstanz, welche einen runden oder ellyptischen Kern wenn auch schwer erkennen lassen. Die runden, kleinen Zellen kommen vorwiegend in der Nähe der Blutgefässe vor. Andererseits findet man zahlreiche

Uebergänge zwischen den kleinen runden und den grossen, mit bindegewebigen Ausläufern versehenen Zellen, sowohl was die Grösse der Zellen selbst, als die Länge ihrer Ausläufer betrifft. Ueber die Entwicklung der Fettzellen liegen bisjetzt keine genauern Angaben vor.

Es ist übrigens ihre besondere Beziehung zu den Blutgefässen in dieser Richtung jedenfalls beachtenswerth. Es wird beinahe jede Fettzelle von einer capillaren Blutgefässschlinge umgeben und jedem, einem Maschenraum des Unterhautzellgewebes entsprechenden Fettläppchen kommt ein arterielles und venöses Gefässstämmchen zu, zwischen welchen ein zierliches Capillarnetz liegt.

Im Unterhautzellgewebe verlaufen grössere zum Corium strebende Blutgefässstämme, von welchen sich Aeste abzweigen zu den Fettläppchen, den Haarbälgen und Schweissdrüsenknäueln; ferner kommen Nervenstämme vor, welche an einzelnen Stellen mit Pacini'schen Körperchen versehen sind; endlich verlaufen hier Lymphgefässstämme unabhängig von den Blutgefässstämmen. Die grösseren, eine deutliche Quermuscularis zeigenden Lymphgefässstämme besitzen besondere, ihnen allein zukommende Blutgefässe, vasa vasorum lymphaticorum, indem in der Regel zwei feine Blutgefässe die Lymphgefässe begleiten, und mit ihren zahlreichen capillaren Anastomosen ein dichtes Netz um dieselben bilden. Dieses erklärt das Auftreten von scharf umschriebenen rothen Strängen in der Haut, welche uns den Verlauf der Lymphgefässe im Unterhautzellgewebe bei der Lymphangoitis subcutanea deutlich wahrnehmen lassen.

Corium.

Das Corium ist ebenfalls aus Bindegewebselementen zusammengesetzt, zwischen welchen sich ein elastisches Fasernetz, sowie ein aus anastomosirenden Bindegewebszellen gebildetes Netz durchwindet. Die das subcutane Bindegewebe durchsetzenden und aus einer Summe von Fibrillen bestehenden Bindegewebsbündel zerfallen, an die untere Fläche des Corium angelangt, in kleinere Bündel, welche, in etwas schiefer, aufsteigender Richtung zur Coriumoberfläche hinziehend, in immer feinere Züge zerfallen. In das Corium angelangt, kreuzen sich diese Fasern mit anderen, welche aufeinander und auf die ersteren senkrecht verlaufen. So entsteht ein dichtes Fasernetz, welches nur sehr schmale Spalten zwischen sich fasst, Spalten, welche an trokener (sowie gegerbter und in Alkohol gehärteter) Haut verschwindend klein, in der saftigen Haut junger Individuen grösser, am grössten aber in jenen pathologischen Zuständen sind, bei welchen es zu einer Exsudation in's Corium kommt. Man überzeugt sich namentlich in solchen Zuständen, dass die Fibrillen immer rhombische Räume begrenzen.

Gestört wird dieses regelmässige Bild an jenen Stellen, an welchen verschiedene Gebilde die Haut in senkrechter oder schiefer Richtung durchsetzen, wie Haare, Schweissdrüsen, Ausführungsgänge, Blutgefässe und Nerven, in-

dem diese von einer besonderen verschieden dicken Bindegewebsschichte begleitet werden.

Wie gesagt, zerfallen die ins Corium eintretenden gröberen Bindegewebsbündel in dünnere Bündel, schliesslich in einzelne Fibrillen. Im unteren Theile des Corium kreuzen sich noch einzelne Bündel mit einander und verleihen diesem Theile ein netzartiges Aussehen, wesshalb man ihn als pars reticularis corii bezeichnet, im Gegensatze zum oberen Theile, der pars papillaris, in welchem sich bloss einzelne Fibrillen durchweben. — Eine scharfe Grenze zwischen diesen Schichten fehlt jedoch, ebenso wie zwischen dem Corium und dem subcutanen Bindegewebe in jenen Fällen, in welchen letzteres fettlos ist.

Das Corium zeigt an seiner Oberfläche warzenförmige Erhabenheiten, Papillen, welche an verschiedenen Hautstellen verschiedene Höhe und Breite besitzen, bald zottenartige, fadenförmige Fortsätze der Cutis sind, wie an den Fingern, bald hügelartige Erhabenheiten der Oberfläche darstellen, wie an den meisten übrigen Körperstellen. Durch das Vorkommen dieser Papillen an der Haut erleidet auch die Faserrichtung einige Modificationen. Es verlaufen nämlich die zur Hautoberfläche parallel gelegenen Fasern in die Papillen hinein, indem sie in diese gleichsam in Form einer Schlinge hineingezogen sind. Der Verlauf dieser oberflächlichsten Fasern ist jedoch nicht ganz gestreckt, sondern leicht wellenförmig geschlängelt, wodurch die Oberfläche des Coriums sowie die der Papillen nicht ganz eben erscheint.

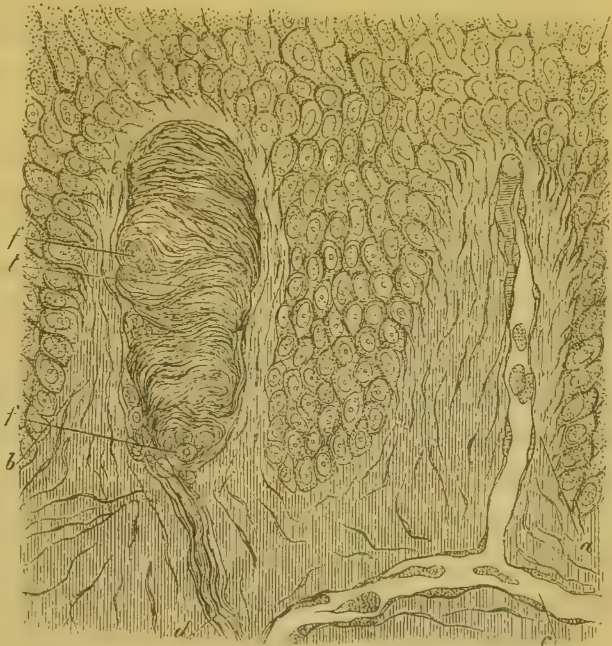


Fig. 199. Chromsäurepräparat. *a* Gefäss- *b* Nervenpapille. *c* Blutgefäss. *d* markhaltige, von einer dicken, kernhaltigen Scheide eingeschlossene Nervenfaser. *e* Tastkörperchen. *f* querdurchschnittene, markhaltige Nervenfasern.

Die senkrechten Fasern des Corium gelangen auch in die Papillen, wo sie meist im Centrum derselben die Blutgefässe begleiten und wahrscheinlich frei in den Papillen endigen.

Die Oberfläche des Corium ist allenthalben von einem dünnen Häutchen begrenzt, welches namentlich an Chlorgoldpräparaten deutlich hervortritt. Man findet an diesen, dass zwischen der roth oder blau gefärbten Schleimschichte und dem ähnlich gefärbten Corium ein dünner, glasheller, ungefärb-

ter Saum zurückbleibt, in welchem hie und da zur Coriumoberfläche parallel gelagerte ovale Kerne eingebettet sind. Die Grenze dieser Membran gegen das Corium hin ist nicht scharf ausgeprägt, desto schärfer die gegen die Schleimschichte, welche, abgesehen von seichten Grübchen, in vielen Fällen fein gezahnt ist. Von der Fläche aus gesehen zeigt sie feine Riffe oder selbst Stacheln, welche zwischen solche der Schleimzellen hineinragen. Sie lässt (nach Czerny) nach der Behandlung mit Silberlösung, wie die Lymphgefässwände, einzelne Felder erkennen. Einen wesentlichen Bestandtheil des Corium bilden elastische Fasern, welche im unteren Theile desselben ein grobmaschiges, je näher zur Oberfläche ein desto dichteres Netz bilden, und sich nach dem Aufhellen des Bindegewebes mittelst Essigsäure durch scharfe Contouren und spiralförmigen Verlauf kennzeichnen.

Ausser den elastischen und Bindegewebsfasern findet man im Corium noch Zellen, welche entweder als spindelförmige Zellen in den Bindegewebsbündeln oder als zahlreich anastomosirende Zellen zwischen den Bündeln im untern Corium und zwischen den Fasern im oberen Theile desselben liegen. Spindelförmige Zellen lagern ferner zwischen den die Blutgefässe und Capillaren einscheidenden Bindegewebsfasern. Ausserdem findet man runde oder ovale, den farblosen Blutzellen an Grösse und Gestalt gleichende Zellen, meist in der nächsten Umgebung der Blutgefässe, aber auch weiter von diesen entfernt. Die Zahl und Grösse der Zellen ist bei verschiedenen Individuen wechselnd, sie scheint mit dem Saftreichthum der Haut im Zusammenhange zu stehen. Bei jugendlichen Individuen ist die Anzahl und die Grösse derselben nicht kleiner, als in der Cornea, deren Bilder nach Chlorgoldbehandlung zum Verwechseln ähnlich sind.

Die Hautpapillen werden eingetheilt in Gefäss- und Nervenpapillen. In letztere treten immer markhaltige Nervenfasern an die hier nach Meissner genannten Tastkörperchen heran, in ersteren findet man Gefässschlingen.

Die Grösse und die Anzahl der Hautpapillen ist an verschiedenen Hautstellen sehr verschieden. Am entwickeltsten findet man sie an der Volarfläche der Hand und Finger, wo sie abgerundete Kegel mit kreisförmiger Basis darstellen, und in doppelter Reihe in den obenerwähnten Riffen stehen. Sie erreichen hier die Länge von 0.1—0.2 Millim. und berühren beinahe einander mit ihren Basen oder stehen von einander etwas ab, während sie an andern Hautstellen kaum die Hälfte so hoch sind und nur hügelartige Erhabenheiten der Coriumoberfläche darstellen. Oft fliessen sie mit ihren Basen zusammen und stellen dann zusammengesetzte Papillen dar. Nicht minder wechselnd ist die Dicke der ganzen Lederhaut. Sie ist nicht allein verschieden dick an verschiedenen Hautstellen, sondern sie wechselt auch bei verschiedenen Individuen einer und derselben Race. Nach Krause beträgt die Dicke der Lederhaut, welche wegen des allmähligen Ueberganges des Corium ins subcutane Gewebe nur approximativ bestimmt werden kann, an den Augenlidern und der Vorhaut 0.56 Millim., an der Eichel 0.27 Millim., im Gesicht, im Penis und im

Warzenhof 0.76 bis 1.12, an der Stirne 1.52, an den meisten übrigen Stellen 1.69 bis 2.25, am Rücken, Fusssohlen und Handfläche 2.25—28 Millim.

Blutgefässe der Lederhaut.

Die im subcutanen Bindegewebe schief zum Corium aufsteigenden Blutgefässstämme, welche im ersteren Aeste zu den Fettläppchen, den Schweissdrüsencanälen u. s. w. abgegeben haben, bilden im unteren Theile des Corium ein zahlreich anastomosirendes Gefässnetz, von welchem ebenfalls in schiefer Richtung zum oberen Theile des Corium hinziehende Aeste ausgehen. Im oberen Theile des Corium kommt an der Grenze zwischen pars reticularis und papillaris ein zweites Blutgefässnetz vor, welches im Verhältnisse zum ersterwähnten feinmaschiger ist, und zwar entsprechen die Maschen mehr oder weniger der Grösse der Basen der Papillen. Aus diesem Netze gelangen einfache, capillare Schlingen in die Papillen hinein, in welchen sie meist im Centrum verlaufend beinahe bis zur Spitze der Papille reichen. Nicht jede Papille ist aber mit einer Gefässschlinge versehen; in der Regel sind jene Papillen, in welche markhaltige Nervenfasern hineingelangen, gefässlos, obwohl zahlreiche Ausnahmen von dieser Regel vorkommen.

Lymphgefässe der Haut.

Man muss in der Haut Lymphgefässe und Lymphräume unterscheiden. Erstere sind für sich abgeschlossene, von besondern Wandungen begrenzte Röhren, letztere dagegen Räume, welche im Gewebe der Haut zwischen den Blut- und Lymphgefässen gelegen, mit Lymphflüssigkeit gefüllt sind.

Die im subcutanen Bindegewebe mit einer muscularis versehenen Lymphgefässstämme, welche vielfach mit einander anastomosiren, gelangen in schiefer Richtung an die untere Fläche des Corium. Hier bilden sie ähnlich den Blutgefässen ein doppeltes, übereinander gelegenes Lymphgefässnetz (Teichmann, Young.)

Im oberen Corium liegt dieses Lymphgefässnetz unterhalb des beschriebenen Blutgefässnetzes, welches, polygonale Maschenräume einschliessend, von feinen Gefässchen (nach Teichmann 0.018 bis 0.054 Millim.) gebildet wird. Das tiefere Netz liegt unterhalb des tieferen Blutgefässnetzes und besteht aus gröberen Gefässchen mit grösseren Maschenräumen als das obere. Die Anastomosen zwischen den beiden Netzen werden von spärlichen, verhältnissmässig dicken Gefässen hergestellt, welche in schiefer Richtung von einem Netz zum anderen verlaufen. Im physiologischen Zustande sollen die Papillen keine Lymphgefässe besitzen. In den hypertrophirten Papillen der Fusssohle dringen einzelne blind endigende Aeste bis zur Hälfte der Papille hinein (Teichmann.)

Die Wände der Lymphgefässe des oberen Corium bilden durch Silberlösung nachweisbare Felder, zu denen an den Lymphgefässen des unteren Corium sich noch ein feines Netz elastischer Fasern hinzugesellt.

Bei der Beschreibung des Corium und des subcutanen Bindegewebes ist von Lücken die Rede gewesen, welche sich zwischen den Fasern des Corium vorfinden und mit einer serösen Flüssigkeit in wechselnder Menge, je nach dem Saftreichthum des Individuums, gefüllt sind. In pathologischen Zuständen, bei den acuten, sowie chronischen Exsudationen, wie Oedemen, sind diese Lücken vorwiegend der Sitz des Exsudates.

Diese zwischen den Fasern des Corium gelegenen Räume besitzen keine besonderen Wandungen. Durch verhältnissmässig seichte Einschnitte in die Haut entleert sich die ödematöse Flüssigkeit aus einer grösseren Umgebung. Man bezeichnet diese Räume als Lymphräume, obwohl ein directer Zusammenhang derselben mit den Lymphgefässen sich nicht nachweisen lässt.

Bemerkenswerth ist das Verhältniss der Blutgefässe zu den Lymphgefässen. Obwohl der Verlauf und die Verzweigung der grösseren Lymphgefässe von dem der Blutgefässe unabhängig ist, so bekommt man namentlich an der ödematösen Haut häufig Bilder, welche für eine besondere Beziehung dieser zwei Gefässarten sprechen. Die Lymphgefässe werden nämlich auf weite Strecken von einem capillaren Blutgefässe begleitet, manchmal von zweien derselben, welche in das Lumen derselben öfters mehr als mit der Hälfte ihres Durchmessers hineinragen und unmittelbar der Wand des Lymphgefässes anliegen. Nach Langer begleiten in der Froschhaut meist zwei Lymphgefässe die grösseren Blutgefässe. In dem subcutanen Zellgewebe des Menschen ändert sich das Verhältniss an vielen Stellen, wie Penis, Extremitäten, derartig, dass die grösseren Lymphgefässe von zwei durch ihre Capillaren dieselben netzförmig umschlingenden Blutgefässen begleitet werden.

Es sind von mehreren Seiten (Stricker u. A.) perivasculäre Lymphgefässe beschrieben worden, deren Vorkommen von anderer Seite (Langer u. A.) verneint wurde. Von besonderen epithelialen Wandungen begrenzte Lymphgefässe umgeben in der menschlichen Haut wohl die Blutgefässe nicht. Wir haben aber schon erwähnt, dass die Blutgefässe, selbst die Blutcapillaren, von parallelen Bindegewebsfasern und spindelförmigen Bindegewebszellen eingeschlossen sind. Zwischen diesen und der Gefässwand findet man ebenso wie in dem übrigen Gewebe serumhaltige Räume, deren Weite auch wechselnd ist und die man mit vollem Rechte als perivasculäre Lymphräume bezeichnen muss.

Epidermis.

Senkrechte, auf die Hautoberfläche geführte Schnitte lehren, dass das Corium nach Aussen von einer aus Zellen gebildeten Schichte bedeckt ist, welche als Epidermis im weiteren Sinne bezeichnet wird, und welche nach Malpighi in zwei übereinander gelegene Schichten, in eine äussere, die eigentliche Epidermis, und in eine innere, die Schleimschichte, Stratum mucosum, Rete vel Mucus Malpighii zerfällt. Die letztere besteht aus Epithelial-Zellen, welche beinahe alle Vertiefungen der Coriumoberfläche ausfüllen und desshalb

an ihrer Innenfläche bald Vertiefungen, bald Erhabenheiten zeigt, entsprechend den Erhabenheiten oder Vertiefungen der Cutis-Oberfläche; die erstere dagegen aus Epidermisschüppchen, welche, in Lamellen geordnet, dem Querschnitte derselben ein lamellöses oder fibrilläres Aussehen verschaffen.

Schleimschichte.

Die erste Reihe der die Schleimschichte zusammensetzenden Zellen wird gebildet von kleinen 0.006 Millim. im Durchmesser haltenden Zellen, welche mit einem ovalen Kerne versehen, meist cylindrisch, mit ihrer Längsachse senkrecht auf die Coriumoberfläche gestellt sind. Sie bestehen aus einem schwach granulirten, glänzenden Protoplasma, welche einer Zellenhülle entbehrt und welche nur in geringer Menge den compacten Kern umgiebt. — Manchmal, wie z. B. bei neugebornen Kindern, verwischt sich die Grenze der einzelnen Zellen dieser Schichte so, dass dann die nächste Umgebung der Coriumoberfläche, aus einer Protoplasmamasse mit regelmässig in ihr eingestreuten Kernen gebildet wird (Henle). Die nach Aussen darauf folgende Zellenreihe wird von würfelförmigen Zellen gebildet. Diese sind grösser als die der ersten Zellenreihe, schärfer contourirt und mit einem ovalen, schwach granulirten Kern versehen, in welchem sich häufig zwei Kernkörperchen vorfinden. Die Oberfläche derselben zeigt aber in den meisten Fällen flache Zacken. Die in den nächsten drei Reihen vorhandenen Zellen werden immer grösser, sie nehmen eine vieleckige Gestalt an und schliessen einen runden Kern, hie und da deren zwei oder drei ein. Ihr Zellenleib ist gleichmässiger, es tritt um denselben eine deutliche Membran zum Vorschein, welche an den meisten Hautstellen Härchen, Stacheln aussendet, welche in die der nächstanliegenden Zellen eingreifen (Riff- oder Stachelzellen Max Schultze.) Je mehr man sich der Oberfläche der Schleimschichte nähert, desto mehr platten sich die Zellen ab, so dass sie mit ihren längeren Axen parallel zur Hautoberfläche zu liegen kommen. Der Zellenleib wird starrer, gleichmässiger, der Kern kleiner und oft von einem lichten Hofe umgeben. Derselbe fällt auch an in Chromsäure gehärteten Präparaten leicht aus dem Schnitte heraus, wodurch in der Zelle ein runder, leerer Raum zu Stande kommt; häufiger findet man aber in den Zellen dieser Reihe runde, den Zellenkernen an Grösse gleichende leere Räume, an deren einer Seite ein halbmondförmig gekrümmter, flacher Kern anliegt. Es sind kleine Vacuolen, innerhalb der Zellen, welche sich namentlich in den oberflächlichsten Zellen der Schleimschichte vorfinden und im frischen Zustande wahrscheinlich mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind.

Ausser den hier beschriebenen Zellen, welche den epithelialen Charakter an sich tragen, findet man aber, in der, Lebenden entnommenen Schleimschichte noch hie und da andere Zellen. Diese erkennt man am leichtesten in der mittleren und oberen Zellenreihe der Schleimschichte, wo sie sich durch den Glanz ihres Protoplasmas, sowie durch ihre Kleinheit besonders kennzeichnen.

Sie sind meist in die Länge gezogen, wie zwischen zwei Epithelialzellen hineingepresst, oder sie senden zwischen die einzelnen Epithelialzellen feine Fortsätze aus. Ihr Protoplasma ist stark glänzend, färbt sich in Karmin intensiv roth und lässt den kleinen Kern nur mit Mühe erkennen. Letzteren kann man jedoch nach Karminimbibition in der Regel nachweisen. In den tiefsten Zellreihen der Schleimschichte sind solche Zellen viel schwerer zu erkennen, da sie mit diesen einige Aehnlichkeit besitzen. Die Zellen dieser Reihe bestehen nämlich ebenfalls aus einem glänzenden, in Karmin sich intensiv roth färbenden Protoplasma, und unterscheiden sich von den in Rede stehenden nur durch ihren deutlichen Kern. Am leichtesten sind sie noch in jenen Fällen zu verfolgen, in welchen bloss die eine Hälfte derselben zwischen den Zellen der Schleimschichte, die andere Hälfte dagegen noch im Corium sich vorfindet (Biesiadecki). Diese Zellen erinnern lebhaft an die sogenannten Wanderzellen. Wir begegneten diesen Zellen im subcutanen Bindegewebe, wo sie meistens in der Nähe der Blutgefässe sich aufhalten, ferner zwischen den Fibrillen des Corium, und finden sie jetzt wiederum in der Schleimschichte, wo sie in der normalen Haut nur spärlich, in pathologischen Zuständen derselben aber bedeutend vermehrt vorkommen. (Spitzes Condylom, Eczem (Biesiadecki.)

Zur Untersuchung der Schleimschichte benutzt man am besten Hautstücke, welche in Chromsäure oder in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet sind. Weingeistpräparate eignen sich weniger dazu. An Leichen entnommenen Hautstücken findet man die früher beschriebenen Wanderzellen nur in den allerseltensten Fällen. Sie kommen ferner häufiger vor bei jugendlichen Individuen an den Hautstellen mit mächtiger Schleimschichte; am leichtesten sind sie zu verfolgen an gereizten Hautpartieen, wie nach der Anwendung von Zugpflaster oder über erkrankten Knochen; dann in der ödematösen Haut. — Der Umstand, dass man diese Zellen bald zur Hälfte im Corium, bald in den verschiedenen Schichten der Schleimschichte in allen möglichen Gestalten vorfindet, dass sie in gereizter Haut vermehrt, in den normalen nur spärlich vorkommen, spricht um desto mehr für die Locomotion derselben, als man in anderen Gebilden mit gleichen Eigenschaften versehene Zellen auf ihre Ortsveränderung untersuchen kann.

Die Epithelialzellen der Schleimschichte sind sowohl durch mechanische Eingriffe, als auch chemische Reagentien nur schwer von einander zu trennen.

Diese innige Vereinigung der einzelnen Zellen unter einander verdanken dieselben vielleicht weniger einer Kittsubstanz als dem Ineinandergreifen der Stacheln und Riffe. Eine Isolirung der Zellen der Schleimschichte gelingt noch am leichtesten an Hautstücken, welche, in Chromsäure gehärtet, durch längere Zeit in mässig concentrirter Kalilösung gekocht werden, es löst sich die Schleimschichte nach einiger Zeit in toto vom Corium ab und die Epidermiszellen zerfallen dann durch ein sanftes Klopfen mit einem Glasstab leicht auseinander.

Die **Hornschichte**, **Stratum corneum**,

Cuticula, erscheint, an senkrechten Schnitten gefasert, mit schwach wellenförmigem Verlauf der zur Oberfläche der Haut parallel verlaufenden Fasern. Selbst stärkere Vergrösserungen gestatten keinen näheren Einblick in die Structur derselben, die man erst bei der Isolirung der scheinbaren Fasern zu ermitteln im Stande ist. Man überzeugt sich dann, dass diese Fasern aus einer Summe von flachen, polygonalen Schüppchen, den sogenannten Epidermisschüppchen oder Hornblättchen, gebildet werden.

Diese Schüppchen sind in der tiefsten, der Schleimschichte zunächst gelegenen Reihe etwas dicker als in den oberflächlicheren Schichten, sie ähneln noch den Zellen der obersten Schleimschichte, sind nur etwas flacher, weniger granulirt, sie färben sich nicht mehr in Carmin und in den meisten derselben ist der Kern vollständig verschwunden, während blos in einigen ein ebenfalls flacher, schwach ovaler, durchschnittlich 0.005 bis 0.008 Millim. im Durchmesser haltender Kern vorhanden ist. Die Schüppchen der oberen Reihe sind flacher, mannichfach gestaltet und gekrümmt, sind sehr scharf, einfach contourirt, kernlos und glashell durchscheinend. Im Wasser quellen sie etwas auf, werden undurchsichtig, dunkler und körnig, in Essigsäure oder Kali causticum werden sie zu Bläschen, in deren Innerem feine Fädchen oder Körnchen, oder auch im Centrum ein gefaltetes, dem Kerne ähnliches Gebilde bemerkbar wird. Durch das festere Zusammenkleben der Schüppchen einer Reihe entsteht die Schichtung der Hornschichte in mehrere Lamellen, welche ihr am Querschnitte den faserigen Bau verleihen. Da das Stratum Malpighii nicht vollständig alle Vertiefungen der Coriumoberfläche ausfüllt, so entstehen über den Fortsätzen des Corium, wie z. B. über den Papillen kleine Erhabenheiten, zwischen denselben kleine Vertiefungen der Oberfläche der Schleimschichte. Diesen Erhabenheiten und Vertiefungen folgt die lamellöse Hornschichte, wodurch sich der wellenförmige Verlauf der einzelnen Lamellen am Querschnitte erklärt. Die Hornschichte folgt aber noch den tieferen Furchen im Corium, wie z. B. an den Riffen und Furchen der Hohlhand, welche die bekannten Zeichnungen der Hautoberfläche liefern.

Die Dicke der Epidermis ist an verschiedenen Individuen und an verschiedenen Körperstellen sehr wechselnd.

Die Hornschichte bildet oft ein sehr dünnes Häutchen über einer mächtigen Schleimschichte, während an manchen Stellen erstere das zwei- bis dreifache der Schleimschichte ausmacht.

Die Schleimschichte behält aber an beiden Stellen im Grossen genommen ihre gleiche Dicke, man muss nur absehen von Haut-Stellen mit langen Papillen, zwischen welchen die Schleimschichte eine bedeutende Mächtigkeit zeigt, während sie über den Papillen verhältnissmässig sehr dünn ist.

Die Dicke der Schleimschichte beträgt nach Krause $^{1}/_{85}$''' bis $^{1}/_{20}$''', dagegen variirt die der Hornschichte $^{1}/_{85}$''' bis 1'''.

Beide zusammen messen oft 3.7 Millim., an den meisten Stellen misst es 0.05 bis 0.25 Millim.

Die dunklere Hautfärbung, welche sich bei einzelnen Individuen an der ganzen Haut, bei anderen aber an bestimmten Körperstellen, wie im Warzenhof, Scrotum u. s. w. vorfindet, rührt vom Pigmentgehalte der Zellen der Schleimschichte her. An diesen Stellen findet man in den tiefsten Zellen der Schleimschichte feines, körniges, braungelbes Pigment in geringerer Menge bei schwacher, in grösserer Menge bei dunkler Hautfärbung. In den nächst höheren Zellen der Schleimschichte findet man weniger Pigmentkörnchen, dafür eine gleichförmige, lichtgelbe Färbung des Protoplasmas derselben, welche Färbung in den oberen Zellen der Schleimschichte und in den Schüppchen der Epidermis an Intensität abnimmt, derart, dass in den Epidermidalschüppchen dieser Stellen nur durch directen Vergleich mit farblosen eine schwache Färbung zu constatiren ist. Auch die schwarze Hautfarbe der Neger beruht auf dem Pigmentgehalte der Zellen der Schleimschichte. In pathologischen Zuständen sind auch die oben beschriebenen Wanderzellen pigmenthaltig, (BIESIADECKI im spitzen Condylom).

Nerven der Haut.

Bis vor nicht langer Zeit kannte man in der Haut bloss markhaltige Nervenfasern mit ihren besonderen Endigungen, den PACINI'schen und MEISSNERschen Körperchen. Die neueren Untersuchungen haben ausser den schon bekannten Nerven noch ein reiches, markloses Nervengeflecht mit freien Endigungen zwischen den Zellen der Schleimschichte nachgewiesen.

Die subcutanen Nervenstämme zerfallen an der unteren Coriumfläche in mehrere die grösseren Blutgefässe begleitende Aeste, welche aus markhaltigen und marklosen Nervenfasern bestehen. Die Nervenäste jener Hautstellen, in welchen mehr Tast- und PACINI'sche Körperchen vorkommen, sind reicher an markhaltigen Nervenfasern (LANGERHANS [1]).

Von den Nervenästen zweigen sich einzelne markhaltige Nervenfasern schon im subcutanen Zellgewebe oder im untersten Corium ab und endigen daselbst in den sogenannten PACINI'schen Körperchen.

Der Rest der Nervenfasern zieht meist in schräger Richtung zur Coriumoberfläche und bildet im Stratum papillare corii ein das Blutgefässnetz begleitendes Nervengeflecht.

Einzelne markhaltige Nervenfasern verlieren oft schon im obern Corium ihr Nervenmark, oder sie gelangen in die Nervenpapillen und endigen mit den Tastkörperchen.

---

1) VIRCH. Arch. Bd. 44, 2. und 3. Heft.

Die marklosen Nervenfasern begleiten die Blutgefässe der Gefässpapillen (LANGERHANS).

Pacinische Körperchen.

Die hier in Rede stehenden Körperchen wurden zuerst von A. VATER gesehen, wie es LANGER nachgewiesen hat, und werden desshalb auch Vater'sche Körperchen genannt. — Sie sind ausser beim Menschen bei vielen Säugethieren und Vögeln zum grössten Theile im subcutanem Zellgewebe, aber auch an andern Stellen, wie im Mesenterium (Katze) nachgewiesen. Diese Körperchen sind nichts anderes, als bedeutend verdickte Enden markhaltiger Nervenfasern.

Die Scheide besteht anfangs aus einer homogenen, kernhaltigen Membran, an welcher durch die Behandlung mit Silberlösung eine epithelähnliche Zeichnung hervorgerufen wird. Sie zerfällt dann an einer umschriebenen Stelle in ein System zwiebelartig in einander geschachtelter Kapseln, deren zwanzig bis sechzig die Hauptmasse des Körperchens bilden.

Es sind helle, anscheinend structurlose Membranen, von denen die äusseren dicker und durch eine klare Flüssigkeit weiter auseinander gedrängt sind, als die inneren, welche sehr eng aneinander liegen. — Am Querschnitt erkennt man in denselben zahlreiche, oblonge Kerne, welche namentlich durch Essigsäure deutlich hervortreten und in Chlorgold sich roth färben. Von der Fläche aus gesehen zeigen diese Membranen sowohl im frischen Zustande als auch nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien eine wenig punctirte, gleichförmige Masse mit einer nur undeutlichen Streifung. — Silberlösung ruft an den Membranen eine Zeichnung hervor, welche der der Lymphgefässe ähnlich sieht (HOYER [1]).

Es sind meist unregelmässige Fünfecke von wellenförmig verlaufenden, schwarzbraunen Fäden begrenzt, innerhalb welchen die oberwähnten Kerne liegen.

In dieses endständige, zwiebelartige Gebilde tritt die markhaltige Nervenfaser in spiralförmigen Windungen ein und zieht in die Höhle der innersten kleinsten Kapseln. Der Axencylinder verläuft nun in der Mitte bis zum blinden Ende desselben und hört mit einem oder mit mehreren feinkörnigen Endknöpfchen auf.

Das Nervenmark erfüllt dagegen die Höhle der innersten Kapsel (Innenkolben KÖLLIKER) und bildet eine feinkörnige, oder in grössere Klümpchen geronnene, im Verhältnisse zum Nervenmarke nur weniger glänzende Masse, welche sich in Chlorgold gleich dem Nervenmarke intensiv schwarzviolett färbt.

In der Nähe der eintretenden Nervenfaser gelangt ein grösseres Blutgefäss

1 Archiv von REICHERT und DU BOIS, 1864, 1865.

in das Körperchen und bildet zwischen den äusseren Kapseln ein reichliches Capillarnetz.

Die Vater'schen Körperchen messen beim Menschen 1.1 bis 4.5 Millim und kommen beständig an den Hautnerven der Finger und der Zehen, an der Hohlhand und Fusssohle und an den Gelenknerven der Extremitäten (Raeuber) vor.

Spärlich findet man sie an den übrigen Hautnerven, an den grossen, sympathischen Plexus, neben der Aorta abdominalis hinter dem Peritoneum und neben der Steissdrüse.

Meissner'sche oder Wagner'sche Körperchen, Tastkörperchen.

Die markhaltigen Nervenfasern, welche unterhalb der Hautpapillen längst der Blutgefässe vielfach gewunden, »kriechenden Wurzeln« nicht unähnlich verlaufen, gelangen hie und da in einzelne Papillen, welche in der Regel gefässlos sind, und endigen hier mit den sogenannten Tastkörperchen. — Corpusculum tactus von Meissner und Wagner.

Wenn man die Haut der letzten Phalangen nach Härtung in Chromsäure untersucht, so findet man in einzelnen, niedrigeren und breiteren Papillen ovale Körperchen, welche die ganze Länge der Papille ausmachen und im queren Durchmesser 0.02—0.045 Millim. betragen. Dieselben (Fig. 190) fallen hauptsächlich durch ihr starres Aussehen und durch ihre quere Streifung auf, welche einerseits durch feine Linien, andererseits durch spindelförmige, quer verlaufende, glänzende Kerne bedingt ist. Die markhaltige, von einer kernreichen Scheide eingeschlossene Nervenfaser verläuft bald zur unteren Spitze, bald bis zur Mitte, ja selbst bis zur oberen Spitze des Körperchens, und windet sich oft ein oder anderthalbmal um das Körperchen, welches an dieser Stelle dann verengt ist. Plötzlich verliert dieselbe ihr Mark und lässt sich nicht mehr im Körperchen verfolgen.

Aehnliche Bilder bekommt man nach Behandlung frischer Hautschnitte mit Kali, Natron oder concentrirter Essigsäure. Nach diesen bleiben aber viele Fragen unentschieden, die auch im verschiedenen Sinne von verschiedenen Forschern beantwortet wurden.

Die queren Linien wurden bald für Bindegewebs-, bald für elastische, bald für Nervenfasern erklärt, die queren Kerne bald für Bindegewebszellen, bald für Kerne der Nervenscheiden. — Die marklos gewordene Nervenscheide liessen Einige nach dem Vorbilde der anderwärts vorkommenden Krause'schen Körperchen in eine Höhle des Tastkörperchens eintreten und dorten frei endigen.

Gelungene Chlorgoldpräparate sind im Stande, einige fragliche Puncte zu beantworten, indem an diesen die Nervenfasern dunkelviolett gefärbt sind, während das übrige Gewebe blassröthlich erscheint. Man sieht die Grenze der Körperchen durch einen schwachen Contour angedeutet, in welchem oblonge Kerne liegen. Feine Schnitte lassen in dem Körperchen bald in schie-

fer, bald in Längsrichtung 4—6 violette Nervenfasern erkennen, welche von weniger gefärbten kleinen Kernen begleitet sind.

Die feinen Durchschnitte lehren aber nichts über den inneren Verlauf; sie geben keinen Aufschluss darüber, ob sich die Fasern theilen und wie sie endigen. Das MEISSNER'sche Körperchen ist also wie das PACINI'sche ein Endgebilde eines markhaltigen Nerven, aber wir kennen bei jenem die Endigungsweise des Axenfadens nicht.

Tastkörperchen findet man constant und am zahlreichsten am Nagelgliede der Finger. Nach MEISSNER[1] kommen hier 108 Tast auf 400 Gefässpapillen.

In geringer Zahl kommen sie an der Handfläche und Fusssohle, Handrücken und Fussrücken, ferner nicht constant in der Brustwarze (KÖLLIKER, KRAUSE), in der Lippe (KÖLLIKER, KRAUSE, HENLE).

Endigungen der marklosen Nervenfasern.

Die marklosen Fasern bilden längs des Gefässnetzes der pars reticularis corii ein Nervengeflecht, welches aus einzelnen dickeren, als auch sehr feinen, glatten und varicösen Nerven-Fäden besteht, längst welcher zahlreiche Kerne verlaufen. Von diesem Geflechte erheben sich einzelne Nervenfasern gegen die Schleimschichte, verlaufen manchmal eine Strecke weit unterhalb derselben und treten nach einer raschen Umbiegung in die Schleimschichte hinein. Andere gelangen in die Papillen, theilen sich in denselben und steigen zwischen die Zellen der Schleimschichte hinauf (LANGERHANS, BIESIADECKI). Dieses Verhalten lässt sich bloss an gelungenen Chlorgoldpräparaten verfolgen. Die Verfertigung derselben ist jedoch an der Haut mit zahlreichen, höchst störenden Schwierigkeiten und Uebelständen verbunden. Am häufigsten ist die Durchtränkung des Coriums in Folge der Undurchdringlichkeit der Hornschichte unvollständig. LANGERHANS empfahl desshalb das Einlegen nur dünner Cutisstreifen in Chlorgoldlösung, welcher einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind.

An solchermassen gewonnenen Präparaten findet man eben die Nervenfasern, welche in die Schleimschichte eintreten und dort etwa in der Höhe der dritten Zellenreihe mit knopfförmigen Anschwellungen enden. Auch in den höheren Schichten des rete will LANGERHANS eine bedeutende Anzahl tief violetter Körper gesehen haben, von welchen je ein Fortsatz nach abwärts und mehrere gegen das stratum corneum gerichtet waren. Für die ersteren behauptet er ferner einen Zusammenhang mit tieferen Nervenfasern.

Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen — glandulae seboferae, wegen ihres Zusammenhanges mit den Haaren auch Haarbalgdrüsen genannt — sind einfache oder zusammengesetzte acinöse Drüsen, deren Ausführungsgang nur selten unmittelbar an die Hautoberfläche, sondern in der Regel in die Haartasche ausmündet. An

1 Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1863.

grösseren Haaren stellen sie Anhängsel des Haarbalges dar, während an Wollhaaren das Verhältniss sich derartig ändert, dass eher das kleine Härchen in den weiten Ausführungsgang der Drüsen einzumünden scheint. Sie liegen immer in der Lederhaut und erstrecken sich nie in das subcutane Bindegewebe.

Die Talgdrüsen bestehen aus dem Drüsenkörper und dem Drüsenausführungsgange. Den Drüsenkörper bilden Drüsenläppchen (Acini) d. i. mit Enchymzellen gefüllte, birnförmige Säckchen, von denen sich 2 bis 20 zu einem Ausführungsgange vereinigen. Die Drüsenläppchen bestehen also aus dem Drüsensack (Hülle) und aus den Enchymzellen.

Den Drüsensack bildet eine glashelle, mit Kernen versehene Membran, welche anscheinend structurlos ist, nach Behandlung mit Silberlösung Zellengruppen erkennen lässt, aber nach Aussen von einer dichten, aus Binde-gewebs- und elastischen Fasern gebildeten Lage begrenzt ist. In der letzteren verläuft ein mässig dichtes Blutgefässnetz. Man kennt weder Lymphgefässe noch Nerven, welche zu den Talgdrüsen in einer besondern Beziehung stehen.

Die Enchymzellen, welche mit Ausnahme einer kleinen, centralen Höhle das ganze Säckchen ausfüllen, bestehen aus Epithelialzellen, von denen die der Drüsenhülle zunächst anliegenden meist den tieferen Zellen der Schleimschichte gleichen, nur tritt der Kern derselben deutlich hervor.

Nach Innen zu füllen sich die Zellen ursprünglich mit kleinen Fettkörnchen, dann mit grösseren Fetttröpfchen an, welche den Kern zudecken und die Zellen selbst vergrössern. Nach Extraction des Fettes findet man in den polygonalen, scharf begrenzten Zellen verschieden grosse runde Lücken, entsprechend den Fetttröpfchen, welche von Ueberresten des Protoplasmas eingeschlossen sind. In der Mitte der Zelle liegt der runde, bläschenartige Kern.

In manchen Fällen sind schon die peripherischen Drüsenzellen mit Fett gefüllt, während in andern Fällen der Fettgehalt derselben ein sehr geringer ist. In der Höhle der Talgdrüse liegt eine formlose Talgmasse mit zahlreichen Zellüberresten.

Der Drüsensack geht in die Wand des Drüsenausführungsganges, welche sich ihrerseits in die des Haarbalges fortsetzt, so dass der erstere als Ausstülpung des Haarbalges zu betrachten ist, um desto mehr, als auch die Wurzelscheiden den Ausführungsgang der Drüse begrenzen und unmittelbar in die Enchymzellen der Drüsen übergehen.

Die Wand des Ausführungsganges besteht ebenfalls aus einer glashellen Membran und aus einer epithelialen Auskleidung derselben, welche einen meist mit Fett gefüllten, cylindrischen Canal einschliessen. Die Zellen entsprechen vollkommen denjenigen der äusseren Wurzelscheide des Haares und sind von einer gegen die Drüse an Dicke abnehmenden Hornschichte bedeckt.

Die Anzahl und Grösse der Drüsen hängt nicht von der Stärke der Haare

ab. Der Drüsenkörper der stärkeren Haare besteht aus mehreren Drüsenläppchen, welche halbmondförmig das mittlere Drittel des Haarbalges umgeben und liegt, durch ein spärliches Bindegewebe getrennt, dem Haarbalge an. Die Grösse dieser Drüsen richtet sich einerseits nach der Anzahl der Läppchen, andererseits nach der Menge und dem Fettreichthum der Enchymzellen.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen, von denen einer, auch zwei in einen Haarbalg eintreten, münden in den letzteren unter einem spitzen Winkel, so dass schliesslich seine Zellen mit denen der äusseren Wurzelscheide zusammenfliessen (Henle).

Die Drüsenläppchen der Wollhaare sind an einzelnen Stellen grösser und zahlreicher, der Ausführungsgang übertrifft den der anderen Haare.

Die Talgdrüsen fehlen gänzlich in der Hohlhand und in der Fusssohle, ferner am Rücken der dritten Phalangen und an der glans penis.

Die Entwicklung der Talgdrüsen beginnt beim Menschen im dritten Monate mit der Bildung einer hügelartigen Erhabenheit der äusseren Wurzelscheide, welche in der Höhe der künftigen Talgdrüse gelegen mit den Zellen der Wurzelscheide zusammenhängt. Sie besteht aus Epithelialzellen, welche später an Zahl zunehmen und einen birnförmigen Fortsatz der Wurzelscheide darstellen.

Schweissdrüsen.

Schweissdrüsen, glandulae sudoriferae, sind tubulöse, zu einem Knäuel verschlungene Drüsen, welche mittelst eines gestreckten Ausführungsganges an der Hautoberfläche ausmünden. An einer Schweissdrüse muss man den Drüsenknäuel vom Drüsenausführungsgange unterscheiden.

Der Drüsenknäuel (Fig. 494) ist ein rundliches, gelbes Körperchen, welches fast in der Regel im subcutanen Bindegewebe liegt, nur selten im unteren Corium und meistens zwischen 0.15 und 0.5 Millim. hält. In der Achselgrube messen sie 1—2 Millim., ja einige selbst 5 Millim.

Im Drüsenknäuel ist der röhrenförmige Drüsenschlauch vielfach zusammengewunden und durch ein lockeres Bindegewebe zusammengehalten. Das blinde Ende dieses Schlauches liegt in der Mitte des Knäuels, welcher sich ziemlich leicht entwickeln lässt und in einem Falle (Krause) $^{3}/_{4}'''$ gemessen hat.

Der Drüsenschlauch besteht aus einer Hülle und aus Enchymzellen. Die Hülle bildet eine glashelle, dünne Membran, welche durch Silberlösung wieder in Felder zerlegt erscheint (Czerny), in welchen sich oblonge Kerne vorfinden.

Das lockere, zwischen den Windungen des Knäuels gelegene Bindegewebe besteht aus feinen Fasern, welche parallel zu den Windungen des Drüsencanals verlaufen und zwischen welchen spindelförmige Bindegewebszellen eingebettet liegen. Dieses Bindegewebe bildet eine Art Kapsel um den Drüsenknäuel und schliesst ein engmaschiges Gefässnetz ein.

An grösseren Drüsen, wie in den der Achselhöhle, legen sich nach aussen von der erwähnten Membran zahlreiche, längsverlaufende Muskelzellen an, welche der Drüsenoberfläche ein streifiges Aussehen verleihen.

Der Drüsenschlauch ist von einer einzigen Reihe kegelförmiger oder cylindrischer Zellen ausgekleidet.

Der Ausführungsgang der Schweissdrüse muss, da der Knäuel derselben im subcutanen Zellgewebe liegt, das ganze Corium, die Schleim- und Hornschichte durchziehen. Im Corium verläuft er gestreckt oder leicht wellenförmig und tritt immer zwischen zwei Papillen in die daselbst mächtige Schleimschichte hinein, die er leicht geschlängelt durchsetzt.



Fig. 200. Schweissdrüsenknäuel in verschiedener Richtung durchschnitten, *a* Drüsenhülle, *b* Enchymzellen, *c* Drüsencanal, *d* durchschnittene Blutgefässe, *f* lockeres die Drüse einkapselndes Bindegewebe.

Da die in der Schleimschichte würfelförmigen Zellen zu platten Hornschüppchen werden, so muss der Ausführungsgang in der Hornschichte um desto mehr Windungen besitzen, je dicker dieselbe ist. In einer dünnen Hornschichte beschreibt der Canal kaum eine halbe Windung, in einer dicken deren bis zwanzig, welche korkzieherähnlich in beiden Körperhälften nach rechts (Welcker) verlaufen. An einigen Hautstellen, wie an den Händen und Füssen, sind die äusseren Mündungen trichterförmig erweitert und für's unbewaffnete Auge als sogenannte Schweissporen sichtbar. An den zuletzt genannten Stellen münden sie reihenweise und gleich weit von einander entfernt in den Furchen zwischen den Riffen, an den übrigen Hautstellen meist gruppenweise (Krause.) Sie fehlen am Praeputium und an der glans penis.

Von der Schleimschichte angefangen besitzt der Ausführungsgang keine besondere Hülle, der Canal wird von concentrisch um ihn angeordneten, concav-convexen Zellen in der Schleimschichte und solche Schüppchen in der Hornschichte begrenzt.

In der Lederhaut bildet der Ausführungsgang einen zapfenförmigen Fortsatz der Schleimschichte, welcher an der macerirten Haut sammt der Epidermis als feiner (Eichhorn'scher) Faden herausgezogen werden kann. Derselbe besitzt hier schon eine besondere Hülle, welche als Fortsetzung der das Corium bekleidenden Membran zu betrachten ist.

Die Schleimschichte setzt sich in eine mehrfache Zellenreihe in das Lumen der Hülle hinein und nimmt succesive an Dicke ab, bis sie schliesslich im untern Corium in die Enchymzellen übergeht. Den Ausführungsgang begleiten durch das Corium parallel zu demselben verlaufende Bindegewebs-

fasern mit zahlreichen Bindegewebszellen und in der Regel auch zwei kleine Blutgefässe.

Langerhans (l. c.) beschreibt zwischen den Zellen des obern Theils des Ausführungsganges ähnliche, zum Nervensystem gehörige Gebilde, wie in der Schleimschichte.

Nach Krause's Zählungen kommen in einem Quadratzoll Haut von der Vola manus 2736 Schweissdrüsen, von der Fuss- und Sohlenfläche 2685, vom Handrücken 1490, vom Hals und Stirn 1303, vom Nacken und Gesäss 417. Die Schweissdrüsen der Achselhöhle gestatten wegen ihrer ansehnlichen, von den übrigen abweichenden Grösse keine unmittelbare Vergleichung, obgleich sie an Masse jede andere Körperstelle weit überwiegen.

Im fünften Schwangerschaftsmonate beginnt die Entwickelung der Schweissdrüsen mit der Bildung eines flaschenförmigen Fortsatzes der Schleimschichte, der sich in die Lederhaut versenkt, aus Epithelialzellen zusammengesetzt ist und mit einem aufgetriebenen, kolbigen untern Ende aufhört. Im siebenten Monate schliessen die Drüsen einen Canal ein. In diesem Monate verlängert sich auch die Drüse, ihr blindes Ende erweitert sich retortenförmig. In den letzten Schwangerschaftsmonaten windet sich dieses Ende zu dem bekannten Drüsenknäuel.

Muskeln der Haut.

Willkürliche, quergestreifte Muskelfasern gelangen nur im Gesichte, am Bart und an der Nase von der Tiefe in die Haut hinein und endigen in der Lederhaut bald unter einem schiefen Winkel, bald senkrecht zwischen den Haaren und Talgdrüsen gelegen.

Glatte Muskelfasern findet man in der Haut in einer doppelten Ausbreitung. Einmal verlaufen sie horizontal und bilden ein anastomosirendes Netz (Kölliker), wie am Scrotum (Tunica dartos), Praeputium, Mittelfleisch- oder kreisförmige Bündel, wie im Warzenhof und in der Brustwarze selbst.

Das andere Mal durchsetzen sie als einzelne Muskelstränge von 0.045—0.22 Millim. Durchmesser in schräger Richtung das Corium und stehen mit den Haarbälgen in einer besondern Beziehung (Haarbalgmuskeln Kölliker's, Erectores pili Eylandt's.) Sie entspringen im obersten Corium und ziehen schräge, an die Talgdrüse sich anlegend, zum Haarbalge, an dessen innern Haarbalgscheide sie, unterhalb der Talgdrüsen sich inseriren. Manche Haare besitzen zwei Muskeln, welche über der Talgdrüse sich kreuzen und diese halbmondförmig umgreifen.

Da die Haare schief in der Haut stecken und einen mässig spitzen Winkel mit der Hautoberfläche bilden, die Muskelfasern dagegen in der Ebene des correspondirenden stumpfen Winkels liegen, so muss das Haar bei der Contraction des Muskels mehr senkrecht sich aufstellen und etwas über die Hautoberfläche sich erheben (Gänsehaut).

NEUMANN beschreibt schiefverlaufende Muskelbündel in der Haut, welche mit den Haaren keinen Zusammenhang haben sollen.

B. Haare — Pili.

Haare sind cylindrische Horngebilde, welche in röhrenförmigen Vertiefungen der Haut — den sogenannten Haartaschen — stecken und von der am Grunde der letzteren vorhandenen Papille, der Haarpapille, sich entwickeln.

Man muss also bei der Betrachtung des Haares berücksichtigen: 1) den Bau der Haartasche sammt der Haarpapille und 2) das Haar. Bei diesem wieder den die Papille einschliessenden Theil, die Haarwurzel, und den übrigen meist über die Haut hinausragenden Theil — den Haarschaft.

Die Haartasche ist eine Vertiefung der Coriumoberfläche, welche ein blindes untere Ende (Fig. 201), das sogenannte Haartaschengewölbe und einen freien, trichterförmig erweiterten Ausführungsgang (*a*) zeigt. Unterhalb des Ausführungsganges ist die Haartasche verengt und bildet hier den sogenannten Hals. Es ist dieses jene Stelle der Haartasche, in welche der Ausführungsgang der Talgdrüsen mündet.

Vom Halse der Haartasche bis zu deren Gewölbe unterscheidet man an der Haartasche *a*) den Haarbalg und *b*) die Wurzelscheide.

Der Haarbalg besteht aus drei Schichten: der äusseren, mittleren und inneren.

Die äussere Haarbalgscheide (*d*) KÖLLIKER's äussere Faserhaut) besteht aus dicht gelagerten, parallel zur Haaraxe verlaufenden Bindegewebsfasern, welche

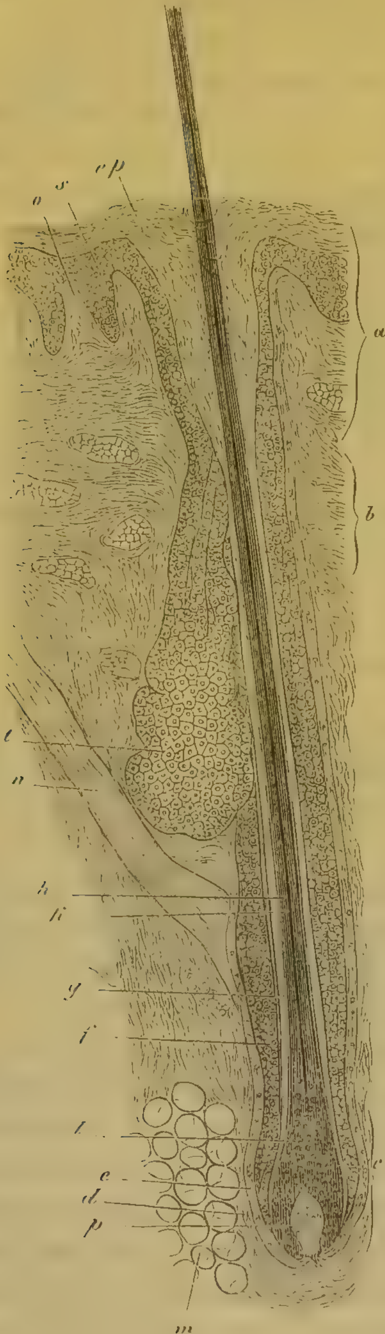


Fig. 201. Barthaar. *b* Hals der Haartasche, *a* Ausführungsgang, *c* Haartaschengewölbe, *d* aussere Haarbalgscheide, *m* Fettzellen, *e* innere Haarbalgscheide, *p* Papille, *f* aussere Wurzelscheide, *g* innere Wurzelscheide, *h* Rindensubstanz, *k* Marksubstanz des Haarschaftes, *l* Haarwurzel, *n* arector pili, *t* Talgdrüse, *o* Hautpapillen, *s* Schleimschichte, *ep* Hornschichte, welche in den Ausfuhrungsgang der Haartasche sich fortsetzt.

nach Oben fest mit den Fasern des Corium vereinigt sind, nach Unten dagegen das Haargewölbe umgreifend noch eine Strecke weit die in die Haarpapille eintretenden Blutgefässe begleiten. Nach Aussen geht diese Scheide nur allmählig, einer scharfen Begrenzung entbehrend, in das Bindegewebe des Corium über und erscheint blos an jenem Theil des Haarbalges, welcher im Panniculus adiposus sich befindet, als eine selbständige Scheide von 0.02 Millim. Stärke.

Innerhalb dieser Scheide findet man zwei längsverlaufende Blutgefässe (kleine Arterie und Vene), welche durch querverlaufende Anastomosen gitterförmig den Haarbalg umgeben, ferner hie und da sich dichotomisch theilende, markhaltige Nervenfasern.

Die mittlere Schichte des Haarbalges ist die innere Haarbalgscheide (*e*), Kölliker's innere Faserhaut. Sie besteht aus spärlichen, querverlaufenden Bindegewebsfasern, zwischen welchen eine gleichförmige, wenig gekörnte Substanz mit zahlreichen, stäbchenförmigen, quer gelagerten Kernen sich vorfindet. Durch Behandlung mit Silberlösung lassen sich in dieser Substanz mehrfache Lagen oblonger, wellenförmig contourirter Felder erkennen (Czerny). Die Natur dieser Felder ist noch nicht eruirt. Mit organischen Muskelfasern haben sie die spindelförmige Gestalt und den stabförmigen Kern gemein, während für die bindegewebige Beschaffenheit derselben der Umstand spricht, dass sie sich nur schwer isoliren lassen und beim Kochen im Wasser aufquellen und sich nicht trüben (Henle, Kölliker).

Die starke Contraction dieser Scheide, welche z. B. beim Ausfallen des Haares erfolgt, spricht für die muskulöse Natur derselben (Fig. 196).

Von den in der äusseren Haarbalgscheide verlaufenden Blutgefässen treten zahlreiche Capillargefässe in die innere Haarbalgscheide hinein und bilden in derselben ein dichtes Maschenwerk. Nerven sind in dieser Scheide bisjetzt nicht gefunden worden. Diese Scheide beginnt erst in der Höhe des Halses der Haartasche und umgiebt, an stärkeren Barthaaren selbst von 0.05 Millim. Mächtigkeit, den unteren Theil derselben. Sie umgreift auch das Haargewölbe und setzt sich am Grunde desselben in die Haarpapillle (*p*) fort, welche in die Höhle der Haartasche hineinragt und meist gestielt der inneren Haarbalgscheide aufsitzt.

Die Haarpapille zeigt hiermit einen dünnen Hals und einen dickeren Körper, welcher mit einer kegelförmigen Spitze endigt. Sie ist durchschnittlich zwei Mal so lang als breit. Es steht übrigens nicht die Länge, sondern ihre Dicke im Verhältnisse zur Länge des Haares (Schrön).

Die Haarpapille besteht aus Bindegewebsfasern, welche von der inneren Haarbalgscheide in dieselbe gelangen und zwischen welchen zahlreiche, runde Kerne, aber auch deutliche, kernhaltige, runde Zellen sich vorfinden. Sie ist an ihrer Oberfläche vollkommen glatt und ist am Halse von der Glashaut des Haarbalges umgeben, während über dem Körper und der Spitze letztere sich nicht mehr nachweisen lässt.

Es treten ferner in die Haarpapille zwei kleine Arterien hinein. Diese verschmelzen gegen die Papillenspitze hin in der Regel zu einem Stamm und zerfallen nachträglich wiederum in zwei austretende Gefässe (Venen). Zwischen diesen vier Gefässen finden zahlreiche Anastomosen statt.

Marklose Nervenfasern konnte ich bis zum Halse der Haarpapille verfolgen.

Die dritte und innerste Schichte des Haarbalges bildet eine glashelle Membran-Glashaut von 0.005—0.008 Millim. Dicke, welche sich weder in Säuren, noch in Alkalien verändert. Obwohl diese am Querschnitte vollkommen homogen erscheint, so sieht man bei Flächenansicht in derselben querverlaufende, sich auch schief kreuzende, dünne Fäden und hie und da auch schwach contourirte, runde Kerne.

Verdünnte Silberlösung ruft in der Glashaut eine Zeichnung hervor, die der der Lymphgefässwand ähnlich ist (CZERNY[1]).

Die an die innere Haarbalgscheide stossende Aussenfläche der Glashaut ist glatt, ihre Innenfläche zeigt jedoch schmale, quere Leistchen oder feine Stacheln (HAIGHT[2]) ähnlich denen der Stachelzellen.

Die Glashaut ist eine Fortsetzung des die Coriumoberfläche überziehenden dünnen Häutchens, sie überzieht die ganze innere Balgscheide und setzt sich auf den Hals der Haarpapille fort, wo sie immer dünner werdend aufhört. Es scheint jedoch, dass sie auch den Körper und die Spitze der Papille, auf eine ungemein dünne Membran reducirt, bekleidet.

In der Glashaut findet man weder Blutgefässe noch Nerven.

Die Wurzelscheiden (*f*), welche wir als weiteren Bestandtheil der Haartaschen bezeichnet haben, bestehen aus zwei Schichten, der äusseren und inneren Wurzelscheide.

Die äussere Wurzelscheide (*f*) wird durch die Schleimschichte gebildet, welche sich continuirlich von der Hautoberfläche in die Haartasche fortsetzt, das Gewölbe jedoch derselben nicht erreicht, sondern meist in der Höhe der Papillenspitze, öfter aber auch über der letzteren endigt (MOLESCHOTT, CHAPUIS). Dieselbe besteht aus einer mehrfachen Lage von Epithelialzellen, von denen die der Glashaut anliegenden meist cylinderförmig sind und einen runden, der der Glashaut entgegengesetzten Fläche näher gelegenen Kern zeigen.

Die nach Innen von diesen folgenden Zellen sind polyedrisch, während die innersten platt gedrückt einen ovalen Kern einschliessen.

Im Halse der Haartasche ist auch die äussere Wurzelscheide schmäler, meist dadurch, dass alle dieselbe zusammensetzenden Zellen mehr als an anderen Stellen derselben plattgedrückt sind. Gegen das Haargewölbe hin endigt dieselbe (auf dem Durchschnitte) bald abgerundet und dann noch aus

1) Centralblatt für med. Wissenschaften 1869, Nr. 26.
2) Sitzungsbericht der Akademie in Wien, Jahr 1868, Bd. 57.

einer meist dreifachen Zellenlage bestehend, bald zugespitzt, indem sie schliesslich aus einer einzigen Reihe meist flacher Zellen besteht. Zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide findet man an Chlorgoldpräparaten hie und da feine, varicöse, dunkelviolette Fäden, welche von der Glashaut ausgehend, bis zur inneren Wurzelscheide reichen. Die Vermuthung, dass wir es hier mit Nervenfasern zu thun haben, ist bisjetzt noch nicht durch einen Zusammenhang dieser Fasern mit Nerven, welche in den Haarbalgscheiden verlaufen, unterstützt worden. LANGERHANS (l. c.) beschreibt zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide ähnliche Nervenzellen wie in der Schleimschichte.

Die innere Wurzelscheide (*g*) besteht aus zwei Schichten, einer äusseren und inneren. Die äussere Schichte ist die innere Wurzelscheide HENLE's, die innere die sogenannte HUXLEY'sche Scheide. In Bezug auf ihre Entwicklung, ihre Zusammensetzung und ihr chemisches Verhalten haben wir es hier mit zwei ganz differenten Gebilden zu thun. Die erstere steht mit der äusseren Wurzelscheide im genetischen Zusammenhang, während sich die letztere mit dem Haar aus der Haarwurzel entwickelt.

Die innere Wurzelscheide (HENLE) erscheint am Längsschnitte des Haares als eine hellglänzende, in carminsaurem Amoniak sich wenig färbende, der glashellen Membran ähnliche dünne Schichte.

Dieselbe beginnt am Halse der Haartasche und erstreckt sich gegen das Haargewölbe nur so weit, als die äussere Wurzelscheide reicht.

Sie ist nach aussen scharf begrenzt gegen die äussere Wurzelscheide; nach Innen stösst sie an die später zu beschreibende HUXLEY'sche Scheide.

Die zuerst genannte Scheide, welche HENLE zuerst beschrieb und als innere Wurzelscheide bezeichnete, besteht jedoch, wie es Querschnitte und Flächenansichten lehren, aus oblongen, zur Längsaxe der Haartasche parallelen, kernlosen, hellglänzenden Schüppchen, welche der Längsaxe nach halbirten Spindeln gleichen. Die ebenen Flächen dieser Spindeln grenzen an die äussere Wurzelscheide, welche sie continuirlich überziehen, die innern convexen Flächen an die Zellen der HUXLEY'schen Scheide.

Die meisten Anatomen haben zwischen diesen Schüppchen schmale Spalten beschrieben, welche HENLE veranlasst haben, diese Scheide als eine durchlöcherte Membran zu betrachten; andererseits werden sie als feine, bei der Isolirung dieser Scheide zu Stande gekommene Lücken bezeichnet.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch an entsprechenden Flächenschnitten, ohne vorangegangene Isolirung dieser Scheide, Bilder vorkommen, welche für das Vorhandensein feiner Spalten zwischen den Schüppchen zu sprechen scheinen. Diese anscheinenden Spalten kommen jedoch dadurch zu Stande, dass bei der Einstellung der Innenfläche dieser Zellen, welche, wie bemerkt, convexe sind, bald breitere, bald schmälere Lücken vorkommen, je nachdem man bald höher, bald tiefer eingestellt hat. Bei gehöriger Einstel-

lung des Mikroskopes sowie an Querschnitten überzeugt man sich mit Leichtigkeit, dass diese Schüppchen mit den Rändern ihrer ebenen Flächen unmittelbar aneinander stossen.

Im unteren Theile des Haarbalges besteht die innere Wurzelscheide bloss aus einer Reihe der obenbeschriebenen Schüppchen, welche von den hier noch kernhaltigen Zellen der HUXLEY'schen Schichte leicht zu unterscheiden sind; höher oben werden erstere flacher, letztere ebenfalls kernlos, so dass beide Scheiden nicht mehr genau zu trennen sind. Es scheint jedoch, dass die Schüppchen der innern Wurzelscheide nach Oben zu an Zahl zunehmen. Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Schüppchen der inneren Wurzelscheide in Natron und Kali quellen und sich endlich auflösen.

Das Haar selbst besteht aus dem zum grössten Theile über die Hautoberfläche hinausragenden Haarschafte, ferner aus der Haarwurzel, einer zwiebelartigen Auftreibung des Haarschaftes, aus welcher sich überdiess eine dem Haare eigens zukommende und den untersten Theil des Haarschaftes umgebende Scheide, die sogenennte HUXLEY'sche Scheide, sammt der Cuticula der Wurzelscheide entwickelt.

Betrachtet man den Haarschaft ohne vorhergehende Behandlung mit Reagentien, so sieht man, dass dessen Rand auf dem Durchschnitte fein gezahnt ist, und dass entsprechend den Spitzen der Zähne feine Linien quer über die Haaroberfläche hinziehen, welche oblonge Vierecke begrenzen. Das Bild erinnert unwillkührlich an die Körperoberfläche beschuppter Amphibien und ist der Ausdruck schmaler, das Haar einscheidender Schüppchen, welche die von HERM. MEYER zuerst beschriebene sogenannte Cuticula des Haares darstellen.

Die Hauptmasse des Haares bildet die Haarsubstanz (Fig. 201 *h*), d. i. eine an grauen Haaren farblose, silberglänzende Haarsubstanz, in welcher sich zahlreiche, spindelförmige, längsverlaufende, dunkle Körnchen vorfinden. An gefärbten Haaren schliesst die Haarsubstanz, welche auch Rindensubstanz des Haares genannt wird, in wechselnder Menge und auch verschieden gefärbte Pigmentkörnchen ein.

In den dicken Barthaaren und auch hie und da in Kopfhaaren liegt innerhalb der Rindensubstanz ein centraler Markstrang (Fig. 201 *k*), der aus gekörnten, polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist und am besten an grauen Haaren zu verfolgen ist.

Der Haarschaft endigt mit einer (am nicht abgeschnittenen Haare) feinen, immer marklosen Spitze und übergeht meist allmählich in die Haarwurzel.

Die Haarwurzel (Fig. 192 *l*) ist jener Theil des Haares, welcher die Haarpapille umgiebt und den tiefsten Theil des Haarbalges ausfüllt. Sie besteht im Haargewölbe aus kernhaltigen Zellen, welche den tiefsten Zellen der Schleimschichte gleichen und sich von diesen vielleicht nur durch eine besondere Derbheit unterscheiden.

Die der Papille zunächst anliegenden Zellen sind cylindrisch und stehen senkrecht auf der Papillenoberfläche; manchmal hängen sie bloss mit einem

dünnen Faden an der Papille. Die äussersten Zellen der Haarwurzel stossen an die Glashaut des Haarbalges und sind etwas plattgedrückt. Den mittleren Theil der Wurzel bilden polyedrische, einen deutlichen grossen Kern einschliessende Zellen.

Mitten in diesem Zellenhaufen bemerkt man in der Höhe des Papillenkörpers eine parallel zur Glashaut vorlaufende Reihe von Zellen, welche sich von den übrigen Zellen dadurch unterscheiden, dass sie dichter gestellt, von oben nach unten etwas abgeplattet sind und sich im Carmin intensiver färben.

In der Höhe der Papillenspitze ja manchmal schon tiefer erscheint als eine Fortsetzung dieser Zellenreihe eine Reihe von schmalen Schüppchen, welche senkrecht auf die Haarachse gestellt sind, welche aber höher über der Papille sich immer mehr parallel zur Haarachse stellen, so dass die untern einen grossen Theil der obern decken, und nur etwa den sechsten Theil der obern Partie der Schüppchen frei lassen. Indem nun diese Schüppchen sich immer fester aneinander legen und mit einander verschmelzen, werden sie auf diese Weise zur Cuticula des Haares, welche man an einem helleren, das Haar umgebenden Saume und an dem fein gezahnten Rande erkennt.

Diese mitten in der Haarwurzel auftretenden Cuticulazellen zerlegen dieselbe in einen centralen, die Papille umgebenden, und einen peripherischen, der Glashaut anliegenden Theil, welcher im Durchmesser höchstens den vierten Theil der ersteren ausmacht.

Der centrale Theil der Haarwurzel besteht, wie gesagt, aus cylindrischen, der Papille aufsitzenden, und entfernter von dieser aus polyedrischen Zellen. Dieselben zeichnen sich durch ihren runden, grossen, in Carmin stark rothgefärbten Kern und durch eine spärliche, homogene Protoplasmasubstanz aus. Höher über der Papille nimmt das Protoplasma der Zellen zu. Die Zellen, sowie die Kerne werden zuerst oblong, höher oben spindelförmig mit stäbchenförmigen Kernen.

In dieser Strecke, welche durchschnittlich die Länge der Papille übertrifft, nimmt die Haarwurzel allmählig an Dicke ab und wird noch von den schiefgestellten Cuticula-Schüppchen begrenzt. Es färben sich auch hier die die Wurzel zusammensetzenden Zellen in Carmin.

An einer ziemlich scharfen Grenze verwischen sich die Contouren der einzelnen Zellen, man bemerkt blos feine Linien, welche Fasern zu begrenzen scheinen und fadenförmige Kerne. Die ganze Masse färbt sich nicht mehr in Carmin und stellt am grauen Haare, welchem diese Beschreibung entnommen ist, die starre, silberglänzende, hornartige Rindensubstanz des Haarschaftes dar. Der centrale, von den Cuticula-Zellen eingeschlossene Theil der Haarwurzel übergeht also in die Haarsubstanz, indem die zuerst runden Zellen, sogenannten Haarzellen, immer mehr spindelförmig werden und schliesslich in schmale, hornartige Spindeln sich umwandeln.

Der periphere, zwischen den Cuticula-Zellen und der Glashaut des Haar-

balges gelegene Theil der Haarwurzel übergeht in die Cuticula der Wurzelscheiden und in die HUXLEY'sche Scheide.

Derselbe besteht in der Tiefe aus einer mindestens dreifachen Lage von Zellen, von denen die äussersten der Längsachse des Haares entsprechend, langgezogen, die der Cuticula anliegenden meist polygonal sind.

Die der Haarcuticula zunächst anliegenden Zellen schieben sich zwischen die Schüppchen derselben hinein und gestalten sich zu den Schüppchen der Wurzelcuticula selbst um. Diese Schüppchen decken sich ähnlich wie die der Haarcuticula mit dem Unterschiede, dass hier die obern den grösseren Theil der tiefer gelegenen decken, oder anders gesagt, der freie, unbedeckte Rand der Schüppchen der Haarcuticula sieht nach oben, der der Cuticula der Wurzelscheide dagegen nach unten.

Diese zwei Cuticula-Schichten greifen sehr fest in einander, da beim Ausreissen eines wachsenden Haares in der Regel beide sammt der innern Wurzelscheide dem Haare folgen und nur in seltenen Fällen das Haar allein mit den nach abwärts umgeschlagenen Schüppchen der Haarcuticula herausgerissen wird.

Die äusseren Zellen des peripheren Theils der Haarwurzel verlängern sich schon in der Höhe des Papillenkörpers der Längsachse des Haares entsprechend zu spindelförmigen Zellen und füllen sich tiefer mit spärlichen, höher oben mit reichlichen, hellglänzenden Körnchen, welche den geschrumpften Kern meist zudecken.

In der Tiefe des Haarbalges stossen diese Zellen an die Glashaut, höher oben an die schon beschriebene innere Wurzelscheide HENLE's, welche aus spindelförmigen, jedoch kernlosen Epidermis-Zellen besteht.

Erstere unterscheiden sich von den Letzteren dadurch, dass jene im untern Theile noch immer einen Kern einschliessen, dass sie mit hellglänzenden, in Carmin schwach imbibirbaren Körnchen gefüllt sind, während die andern kernlos sind und sich in Carmin nicht färben.

Die äussersten Zellen der Haarwurzel stellen nun eine besondere Scheide des Haares dar, die zuerst von HUXLEY beschrieben, als HUXLEY'sche Scheide bezeichnet wird.

Sie besteht in jener Höhe, in welcher das Haar noch aus deutlichen, kernhaltigen, weichen und imbibitionsfähigen Zellen zusammengesetzt ist, aus kernhaltigen, spindelförmigen und von kleinen, glänzenden Körnchen erfüllten Zellen.

Ueber dieser Stelle erscheinen die diese Scheide zusammensetzenden Zellen kernlos und stellen dadurch, dass die sie erfüllenden Körnchen zusammenfliessen, eine am Längsschnitte homogen erscheinende, der Glashaut ähnliche Scheide dar, welche mit der innern Wurzelscheide HENLE's verschmilzt und eine einzige, innere Wurzelscheide der Autoren darstellt.

Diese aus der Verschmelzung der HENLE'schen inneren Wurzelscheide mit der HUXLEY'schen Scheide entstandene innere Wurzelscheide reicht bis zum Halse der Haartasche, wo sie nach der Angabe der meisten Anatomen

aufgefasert endigen soll. Gutgetroffene Längsschnitte lehren jedoch, dass die innere Wurzelscheide sich noch in den Hals der Haartasche fortsetzt, indem sowohl der äussere als innere Contour derselben einander bedeutend genähert, in den Hals der Haartasche zu verfolgen sind.

Die Schüppchen derselben platten sich blos plötzlich beim Eintritt in den Hals der Haartasche ab und werden zu platten Epidermidalschuppen, welche in mehrfacher Lage die ebenfalls aus platten Zellen bestehende äussere Wurzelscheide überziehen.

In manchen Fällen geschieht es aber, dass diese Scheide im unveränderten Zustande das Haar durch den Hals der Haartasche in den Ausführungsgang derselben als eine ihn einhüllende Scheide begleitet, während in den meisten Fällen die sie zusammensetzenden Schuppen im Ausführungsgange mit den Epidermisschüppchen des letzteren verschmelzen.

Die topographische Anordnung der verschiedenen Haarscheiden lässt sich einzig und allein an wohlgetroffenen Längsschnitten studiren.

Dicke und graue Haare eignen sich am besten zur Untersuchung, da man von ihnen selbst Längsschnitte verfertigen kann und weil der Pigmentmangel die einzelnen Zellen der Haarsubstanz besser hervortreten lässt. Zerzupfungspräparate und Querschnitte vervollständigen dann das Bild.

Da die Haarpapillen verschieden tief liegen, so bekommt man an einem Querschnitte, welcher selbst vollständig parallel zur Hautoberfläche geführt wurde, nie gleichbeschaffene Querschnitte der Haare. Je nach der Höhe, in der das Haar durchschnitten wurde, ändert sich das Bild des Querschnitts.

Einmal wird eine aus Bindegewebsfasern zusammengesetzte Papille von einer mehrfachen Lage von epithelartigen Zellen umgeben, welche von der Glashaut eingeschlossen wird; es ist der Querschnitt des Halses der Papille. Diesen begrenzen die Zellen der Haarwurzel, an welcher weder die Cuticula, noch die Huxley'sche Scheide zu unterscheiden sind. Die äussere Wurzelscheide fehlt noch.

Ein anderesmal liegt mitten in der aus kernhaltigen polyedrischen Zellen bestehenden Rindensubstanz des Haares die Marksubstanz desselben, welche aus viereckigen, oblongen Zellen besteht. Die Rindensubstanz wird von mehrfach concentrisch angeordneten feinen Linien begrenzt, zwischen welchen zarte, oblonge Kerne sich vorfinden (Haar- und Wurzelcuticula). Nach Aussen diesen liegt eine aus einer doppelten Zellenreihe bestehende Schichte, in welcher zahlreiche, glänzende Körnchen, aber auch deutliche Kerne sich vorfinden, (Huxley'sche Scheide) eingeschlossen von einer einzigen Reihe hellglänzender, in Carmin nicht gefärbter, halbkugliger, kernloser Zellen, (innere Wurzelscheide Henle's, welche von an die Glashaut anstossenden Epithelialzellen (äussere Wurzelscheide) umgeben werden.

Der Schnitt ist geführt durch die noch weiche Haarwurzel über der Papille, in einer Höhe, welche die Länge der Papille nicht übertrifft.

An einem nächst anliegenden Haar-Querschnitte (Fig. 202) besteht die

Haarsubstanz aus einer starren, hornigen, homogenen Substanz, in welcher sich kleine, runde Kernchen vorfinden *e* (durchgeschnittene Kerne der Haarzellen). Die Peripherie derselben ist lichter und zeigt eine undeutliche Streifung (*h* Haarcuticula). Umgeben ist diese von einer einzigen Reihe von glänzenden, starren Zellen, welche geschrumpfte Kerne einschliessen (*g* HUXLEY'sche Scheide). Nach Aussen von diesen liegen kernlose Zellen (*f*) der inneren Wurzelscheide (HENLE's) und Epithelialzellen der äusseren Wurzelscheide (*e*).

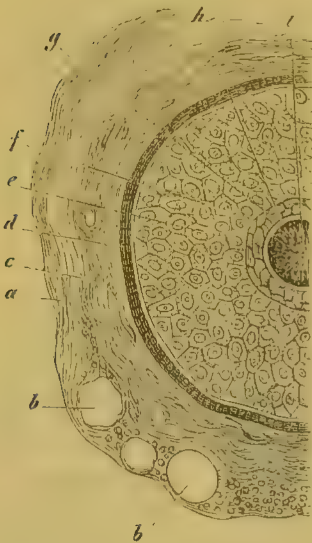


Fig. 202. Haar-Querschnitt unterhalb des Halses der Haartasche. *a* äussere Haarbalgscheide mit querdurchgeschnittenen Blutgefässen. *b. c* innere Haarbalgscheide. *d* Glashaut des Haarbalges. *e* äussere Wurzelscheide. *f* Schüppchen der inneren Wurzelscheide HENLE's. *g* die der HUXLEY'schen Scheide. *h* Cuticula. *l* das Haar.

Der Schnitt hat den Haarschaft etwa in dem mittleren Drittheil des Haarbalges getroffen.

An anderen Haardurchschnitten sind die Zellen der HUXLEY'schen Scheide kernlos (wie in Fig. 195) und sind nicht mehr zu unterscheiden von den Zellen der innern Wurzelscheide, so dass eine doppelte oder dreifache Reihe von kernlosen Zellen den Haarschaft umgiebt. Das Haar ist hier unterhalb des Halses des Haarbalges durchschnitten.

Im Halse des Haarbalges umgiebt den Haarschaft eine vier- bis fünffache Reihe von Epidermidalzellen. Im Ausführungsgange der Haartasche, welche z. B. zwei Haare enthält, umgiebt jedes Haar concentrisch eine mehrfache Lage von Epidermidalzellen, (veränderte HUXLEY'sche Scheide sammt innerer Wurzelscheide H.), welche wiederum ihrerseits von Epidermidalschichten (Hornschichte des Ausführungsganges) eingeschlossen werden.

Längs- und Querschnitte lehren also 1) dass sich die hornartige Haarsubstanz aus den Haarzellen, d. i. den centralen, die Haarpapille umgebenden Zellen der Haarwurzel entwickelt, 2) dass die Haarcuticula ebenfalls aus den Zellen der Haarwurzel gebildet wird, 3) dass sich die Cuticula der Wurzelscheiden und die HUXLEY'sche Scheide aus den peripheren Zellen der Haarwurzel entwickelt, endlich 4) dass die innere Wurzelscheide HENLE's der Hornschichte der äusseren Wurzelscheide entspricht.

Die Entwicklung der Haarbestandtheile lehrt aber auch, dass die HUXLEY'sche Scheide entgegen der Behauptung KÖLLIKER's ebenso wie das Haar wachsen muss; ferner dass das Haar nicht in der Cuticula der Wurzelscheide nach Oben hinaufgeschoben wird, sondern zwischen der HUXLEY'schen Scheide und der inneren Wurzelscheide H.; dass die letztere, der immer neu nachrückenden Hornschichte der äusseren Wurzelscheide entsprechend, ebenso durch den Hals der Haartasche nach Aussen herausgeschoben wird.

Die Kräfte, welche dieses verursachen, sind.

1) die immer neu um die Papille sich ansammelnden Zellen der Haarwurzel und 2) der Druck, den die straff um die Wurzelscheiden gespannte innere Haarbalgscheide auf den Inhalt der Haartasche ausübt und denselben durch den Ausführungsgang hinausdrängt.

Die die Haarwurzel in ihrem tieferen Theile zusammensetzenden Zellen verhalten sich in chemischer Beziehung gleich den Zellen der Schleimschichte.

Essigsäure hellt die Protoplasmasubstanz der Zellen auf und lässt den Kern deutlicher hervortreten. Schwache Kali- oder Natronlösung löst in kurzer Zeit nach vorausgegangener Aufquellung Zellen und Kerne auf.

Bei der Behandlung der Haarsubstanz mit verschiedenen Agentien muss nach Moleschott (Untersuchungen zur Naturlehre IV. Bd. II. Heft) sowohl die Stärke derselben, als der Wärmegrad und die Zeitdauer der Einwirkung betrachtet werden.

In concentrirter Schwefelsäure quillt die Haarcuticula in einigen Minuten sehr stark auf und bildet eine an Dicke, selbst die Breite des Haares übertreffende Scheide der Haarsubstanz. Bis auf 40—50° C. erwärmt, zerfällt etwa in einer Stunde die Cuticula in einzelne Schüppchen.

Langsamer zerlegt 4.6% Kali oder 3% Natronlösung. Nach 40 Stunden ist die Haarrinde wie von Stacheln begrenzt, es sind dies die abgehobenen Cuticulazellen, welche noch mit ihren untern Rändern mit einander verklebt sind.

Die Rindensubstanz des Haares, welche sich mechanisch der Länge nach zerfasern lässt, wird durch concentrirte Schwefelsäure in einzelne Haarschüppchen oder Plättchen (Faserzellen) von 0.05—0.08 Millim. Länge und 0.004—0.01 Millim. Breite, in welchen sich 0.02—0.03 Millim. lange, fadenförmige Kerne vorfinden, zerlegt.

Die Markzellen treten namentlich nach mehrtägiger Behandlung der Haare mit 2% Kalilösung sehr deutlich hervor.

Stärkere Kalilösungen lösen das Haar auf. Ueberschüssige Essigsäure fällt aus der Lösung Niederschläge von weissen Flocken, welche Millon's und Fourcroy's Reaction geben.

Sehr starke Kalilösungen lösen und zersetzen das Haar, die Huxley'sche Scheide zerfällt in 4.6% Kalilösung in einzelne Zellen ohne aufzuquellen, ähnlich wie die Haarcuticula.

Die Haarbälge sind je nach der Länge und Dicke der Haare verschieden lang. Die der langen Kopf- und dicken Barthaare erstrecken sich bis ins subcutane Bindegewebe, die der grösseren Haare der übrigen Körperoberfläche bis ins untere Corium, die Papillen der feinsten Haare (lanugo) finden sich im oberen Corium. Sie verlaufen jedoch nie senkrecht, sondern ihre Achse bildet immer einen spitzen Winkel mit der Hautoberfläche.

Wie wechselnd aber auch die Länge und Dicke der Haare ist, so findet man doch immer dieselben oben beschriebenen Bestandtheile.

Die verschiedene Farbe der Haare beruht vorzüglich auf dem Pigment-

gehalt der Haarzellen, welche entweder mit einem körnigen Pigmente gefüllt oder gleichmässig mit einem Farbstoff gefärbt sind. Aber die Farbe des Haares hängt noch von kleinen Luftbläschen ab, welche entweder zwischen den Haarschüppchen und den Markzellen oder in denselben sich vorfinden. Langerhans giebt an, dass die Haarpapille von einer überaus reichen Menge doppelt contourirter Nerven umgeben wird. An Chlorgoldpräparaten überzeugt man sich, dass von den marklosen Nervenfasern, welche die in die Papille eintretenden Blutgefässe begleiten, varicöse Fasern vom Haargewölbe aus zwischen die Zellen der Haarwurzel hineingelangen und hier parallel zur Papille bis etwa zur Spitze derselben verlaufen.

Entwicklung und Wechsel der Haare.

Als erste Anlage des Haarbalges und der äusseren Wurzelscheide findet man beim Menschen-Embryonen am Ende des dritten oder am Anfange des vierten Monates eine kolbenförmige Vertiefung der Coriumoberfläche, in welche sich continuirlich die Zellen der Schleimschichte fortsetzen und ihn vollständig erfüllen.

Es ist ein fingerförmiger Zapfen aus Zellen der Schleimschichte gebildet, welcher noch keine besondere ihn begrenzende Hülle besitzt, sondern von Bindegewebsfasern des Corium eingeschlossen ist.

Als weitere Anlage für das Haar bildet sich vom Grunde des erstgenannten Fortsatzes ein, um die Hälfte dünnerer, kurzer Zapfen, welcher ebenfalls aus Zellen gebildet wird.

Zwischen diesen Zellen, welche sich durch ihren grösseren, von wenig Protoplasma umgebenen Kern von den erstgenannten Zellen unterscheiden, findet man bald Blutgefässe und man erkennt den Zapfen als die Anlage der Haarpapille, die sich ohnehin an Wollhaaren durch ihren Zellenreichthum auszeichnet.

Um die derartig gebildete Papille häufen sich bald runde Zellen, welche dieselbe umgeben, den Haarbalg in der Tiefe ausdehnen und sich in dem Zapfen der Schleimschichte eine Höhlung ausgraben. Indem sich nun diese Zellen zu langen Spindeln umwandeln, dringen sie in den Zapfen der Schleimschichte hinein und verdrängen ihn seitwärts, so dass die ihn zusammensetzenden Zellen zu den Zellen der äusseren Wurzelscheide werden.

Die die Papille umgebenden Zellen bilden die Haarwurzel, aus welcher sich, sowie im vollendeten Haare das Haar und die Huxley'sche Scheide entwickeln. Die zunächst der Papille anliegenden Zellen werden zu den Haarzellen, welche um die Papille noch weich, in der schon in der äusseren Wurzelscheide gelegenen Haarspitze dagegen schon verhornt sind. Dieses Bild veranlasste einzelne Beobachter, die Behauptung aufzustellen, dass zuerst die Haarspitze und erst nachträglich sich die Haarwurzel entwickele; andere dagegen führte es zu der Ansicht, dass die centralen Zellen des Zapfens der Schleimschichte sich zu den Haarzellen umwandeln.

Die peripheren Zellen der Haarwurzel werden zu den Schüppchen der Huxley'schen Scheide, welche auch die Haarspitze umgiebt. Beide befinden sich noch eine Zeit lang innerhalb der äusseren Wurzelscheide nach oben noch von den Zellen der Schleimschichte begrenzt, allmählig wird auch letztere und die Epidermis, ähnlich wie die äussere Wurzelscheide von dem wachsenden Haare durchbrochen, und es kommt die Haarspitze von der Huxley'schen Scheide eingeschlossen zum Vorschein. Schliesslich scheint das Haar schneller zu wachsen als die Huxley'sche Scheide und es wird auch letztere von ersterem durchbrochen.

Die Entwicklung der Haarbälge ist noch nicht genau verfolgt.

Die erste Haaranlage beginnt nicht gleichzeitig an allen Hautstellen und es scheint auch, dass die Entwicklung bis zum Durchbrechen der Haare an verschiedenen Hautstellen eine verschieden lange Zeit benöthige. Zuerst entstehen die Haare der Augenbrauengegend und die Cilien, später die Haare des Kopfes und zuletzt die des übrigen Körpers. In der 24. Woche ragen die meisten Haare schon über die Hautoberfläche hinaus.

Die auf die beschriebene Weise entwickelten Haare der Embryonen sind immer Wollhaare, also sehr feine Härchen mit kurzen Haarbälgen. An vielen Hautstellen bleiben die Wollhaare stationär, an anderen dagegen entwickeln sich dicke Haare, welche die Stelle der Wollhaare einnehmen.

Soll aus einem dünnen Wollhaare, dessen Haarpapille im mittleren Corium sich befindet, ein bleibendes, dickes Haar, dessen Papille selbst im subcutanen Zellgewebe liegen soll, sich entwickeln, dann muss es zur Verlängerung des Haarbalges des Wollhaares kommen.

Dieses geschieht, wie es Kölliker zuerst beschrieben hat, dadurch, dass sich von der äusseren Wurzelscheide ein Fortsatz in die tiefere Schichte des Corium entwickle. Auf dieselbe Weise, wie bei der ersten Haaranlage, entwickelt sich im Grunde des epithelialen Zapfens von dem Haarbalge aus die Haarpapille, um welche sich die Zellen der Haarwurzel ansammeln. Aus den Zellen der Haarwurzel bildet sich das Haar und die Huxley'sche Scheide, welche die Zellen des epithelialen Fortsatzes durchbrechen und neben dem Wollhaare in den Haarbalg des letzteren gelangen.

Die Papille des Wollhaares scheint zu atrophiren, das Wollhaar fällt heraus und in dessen Haarbalge befindet sich ein bleibendes, dickes Haar. Dieser Vorgang des Haarwechsels erfolgt wahrscheinlich nicht blos einmal im ersten Jahre, sondern wiederholt sich im Kindesalter während der Dickezunahme der Haut.

Das bleibende Haar wächst bis zu einer bestimmten Länge, welche, je nach dem Individuum und je nach der Körperstelle verschieden ist. Hat das Haar diese bestimmte Länge erreicht, dann kann die Papille die Schwere des Haares nicht mehr tragen, das Haar fällt aus, aber an dessen Stelle entwickelt sich ein neues Haar. Dieses ist der physiologische Haarwechsel, welcher beim Menschen typisch, bei den Thieren periodisch stattfindet.

Das Ausfallen der Haare erfolgt auf die Weise, dass um die Haarpapille sich keine neuen Zellen bilden. Die zuletzt gebildeten Zellen der Haarwurzel, welche also keinen Nachschub bekommen haben, verwandeln sich in die Haarsubstanz und bilden entweder ein conisch zugespites oder kolbiges, aus zerfaserten Haarschuppen bestehendes unteres Ende des Haarschaftes.

Nach dem Vorgange Henle's haben die meisten Anatomen dieses kolbige Ende eines ausfallenden Haares als eine zweite Form der Haarwurzel, Haarkolben Henle's, beschrieben, jedoch mit Unrecht, da dieser Kolben nichts anderes ist, als das Ende eines nicht mehr wachsenden Haarschaftes.

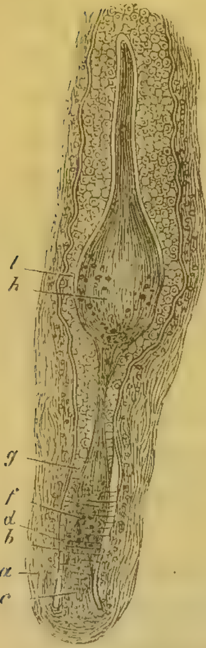


Fig. 203. Ausfallendes Haar nach einem Typhus. *a* äussere, *b* innere Haarbalgscheide, *c* Haarpapille, *d* Glashaut, *g* äussere Wurzelscheide, *h* Haarkolben durch einen Strang, *f* mit der Papille zusammenhängend, *l* äussere Wurzelscheide über dem Haarkolben endigend.

Die Haarbalgscheiden, welche in Folge ihrer muskulösen Zusammensetzung (?) einen fortwährenden Druck auf den Inhalt der Haartasche ausüben, drängen den Haarkolben sammt der Huxley'schen Scheide immer mehr hinauf und ziehen sich derartig zusammen, dass die Glashaut unmittelbar an die Papille und höher oben die Innenflächen der äussern Wurzelscheide aneinander stossen. (Fig. 203.)

Das neue Haar entwickelt sich aus der alten Papille (Langer [1]).

Durch krankhafte Vorgänge verursachtes Ausfallen der Haare erfolgt auf die Weise, dass sich entweder kein neues Haar entwickelt, oder an die Stelle eines dicken Haares Wollhaare treten.

C. Nägel — Ungues.

Nägel sind hornartige, elastische, durchscheinende, convex-concave Platten, welche in Hautfurchen der letzten Phalangen eingebettet liegen, und den grösseren Theil der obern Hautoberfläche dieser Phalangen zudecken. Man muss also bei der Betrachtung des Nagels berücksichtigen 1) den Nagel selbst, 2) den vom Nagel zugedeckten Theil der Haut, das Nagelbett und 3) den Hautwall, welcher von drei Seiten den Nagel einschliesst, den Nagelfalz.

Am Nagel unterscheidet man einen vordern, freien Rand, einen hinteren und zwei seitliche Ränder, welche in dem Nagelfalze stecken, ferner eine convexe, obere, zum grössten Theile freie und eine concave, dem Nagelbette anliegende, untere Fläche.

Der hintere Theil des Nagels, welcher in der Nagelfalz steckt, ist die Nagelwurzel, der übrige Theil der Nagelkörper.

1) Denkschriften der k. k. Akad. 1850. (Fig. 191.)

Die vom Nagel zugedeckte Hautfläche, das Nagelbett, zerfällt in einen hintern, von der Nagelwurzel bedeckten matrix unguis, und einen vordern Theil, das eigentliche Nagelbett.

Die den hintern und die seitlichen Nagelränder begrenzende Haut bildet über dem Nagel einen Wall, den Nagelwall, welcher hinten am breitesten, nach vorn hin schmäler wird und mit dem Nagelbette den sogenannten Nagelfalz bildet.

Das Nagelbett geht nach vorne in die Haut des Fingerballens über, nach hinten und nach den beiden Seiten hin in die untere, dem Nagel zugekehrte Fläche des Nagelwalles.

Dasselbe besteht aus dem Unterhautzellgewebe, dem Corium und der Schleimschichte.

Das Unterhautzellgewebe des Nagelbettes unterscheidet sich von dem der Umgebung durch seine Fettlosigkeit, ferner durch den etwas nach hinten zur Nagelwurzel gerichteten Verlauf der aufsteigenden Bindegewebsfasern, welche von der Beinhaut der letzten Phalangen in einzelnen Bündeln ausgeht und sich dann büschelförmig nach Oben ausbreitet. Zwischen den einzelnen Bündeln bleiben Räume zurück, welche durch lockeres Bindegewebe, manchmal durch spärliche Fettzellen ausgefüllt, zahlreiche Blutgefässschlingen einschliessen.

Das Corium des Nagelbettes ist in Bezug auf den Verlauf der Bindegewebsfasern gleichbeschaffen mit dem anderer Hautstellen, nur die Anzahl der vom Unterhautzellgewebe aufsteigenden Fasern überwiegt die der übrigen, ein Verhältniss, welches im Corium anderer Hautstellen gerade umgekehrt ist.

Der wesentlichste Unterschied des Corium des Nagelbettes von dem anderer Hautstellen liegt in der Beschaffenheit seiner Oberfläche. Diese ist aber selbst verschieden beschaffen in ihrem hintern Theile, den wir matrix unguis bezeichnet haben und in ihrem vorderen Theile, dem eigentlichen Nagelbette. Die im Verhältnisse zum eigentlichen Nagelbette etwas tiefer gelegene Oberfläche der Matrix des Nagels ist mit nach vorne gerichteten (Henle) 0.1 bis 0.2 Millim. und 0.03—0.06 Millim. breiten Papillen bedeckt, welche auf wallartigen, niedrigen Erhabenheiten des Corium aufgepflanzt sind. An einer bogenförmigen, derjenigen des Fingerballens parallelen Grenze, und in der Regel vom Nagelwalle noch bedeckt, ist die Oberfläche des eigentlichen Nagelbettes mit 50—90 0.1—0.2 Millim. hohen Leistchen bedeckt. Diese Leistchen, welche Fortsetzungen der wallartigen Erhabenheiten der Matrix des Nagels sind, nehmen gegen den freien Rand des Nagels an Höhe zu und übergehen unter dem freien Rande des Nagels in selbst 0.5 Millim. lange Papillen.

Die Leistchen bestehen meist aus senkrecht und parallel aufsteigenden Bindegewebsfasern, zwischen welchen zahlreiche, spindelförmige Zellen eingebettet liegen.

Die Blutgefässe des Nagelbettes bilden im Corium der Nagel-Matrix ein grobmaschiges Gefässnetz, aus welchem Gefässschlingen in die Papillen eintreten; im eigentlichen Nagelbette dagegen ein feinmaschiges Netz, aus welchem zahlreiche, dicke Gefässschlingen in die Leistchen hinaufsteigen.

Im Unterhautgewebe des Nagelbettes verlaufen zahlreiche, markhaltige Nervenfasern, welche etwa an der Grenze gegen das Corium ihre Markscheide verlieren und dann senkrecht zur Oberfläche aufsteigen. Einmal verfolgte ich an einem Chlorgoldpräparate eine solche Nervenfaser bis an die Coriumoberfläche, von der sich jedoch beim Verfertigen des Präparates die Schleimschichte losgetrennt hat; in der letzteren fand ich keine Nervenfäden.

Das Corium des Nagelwalles ist an dessen oberer Fläche gleich beschaffen mit dem der Haut des Fingerrückens, das der untern (zum Nagel gewendeten) Fläche ist papillenlos, glatt und enthält keine Drüsen.

Die Schleimschichte des Nagelbettes unterscheidet sich in nichts von der der übrigen Haut. Sie füllt alle Vertiefungen des Nagelbettes, also die Thäler zwischen den Papillen der Matrix, sowie die Furchen zwischen den Leistchen und geht unmittelbar in die Schleimschichte der benachbarten Haut, also auch in die des Nagelfalzes über. Im hintern Winkel des Nagelfalzes verschmilzt die Schleimschichte der Nagelmatrix mit der des Nagelwalles, derartig, dass vom Winkel des Falzes eine keilförmige Schleimschichte in das Corium hineindringt, welche der Beinhaut der Phalanx am nächsten gelegen und mittelst straffer und kurzer Bindegewebsfasern an dieselbe fest angeheftet ist.

Die tiefsten Zellen der Schleimschichte des Nagelbettes sind cylindrisch, die mittleren polygonal, die obersten plattgedrückt. Alle schliessen einen grossen, scharf begrenzten Kern ein.

Das weitere Schicksal der Zellen der Schleimschichte ist verschieden.

Ueber dem eigentlichen Nagelbette gehen sie, wie an den übrigen Hautstellen, plötzlich in platte Epidermidalschuppen, über der Nagel-Matrix dagegen allmählig in die Nagelsubstanz über.

An senkrechten, den Nagel in zwei seitliche Hälften theilenden Schnitten überzeugt man sich, dass die Schichte der kernhaltigen, plattgedrückten Zellen über der Nagelmatrix eine viel dickere ist, als über dem Nagelbette und dass sie über der Nagelmatrix in einer schiefen, gefurchten Fläche in die hornige Nagelsubstanz übergeht. Die Dicke dieser Schichte nimmt gegen das Nagelbett immer mehr ab, während die Dicke der Nagelsubstanz zunimmt. — Die Grenze zwischen der Schleimschichte des eigentlichen Nagelbettes und der Nagelsubstanz ist dagegen scharf und eben, ja in den meisten Fällen liegt zwischen diesen eine dünne Schichte (in Chromsäure) aufgelockerter Epidermidalschuppen, welche auch gegen den freien Rand des Nagels an Dicke zunimmt (Reichert).

Zwischen der Schleimschichte der Nagelmatrix und der Nagelwurzel giebt

es keine scharfe Grenze, die obersten plattgedrückten Zellen der Schleimschichte der Nagelmatrix gehen in immer mehr abgeplattete, kernhaltige, deutlich contourirte und in Carmin imbibitionsfähige (NAGEL) Zellen über, und diese wieder in sehr platte Schuppen, in welchen die Kerne nicht mehr sichtbar sind.

Diese Schuppen verwandeln sich an einer nach vorne gegen das Nagelbett



Fig. 204. Querschnittt eines Nagels durch das eigentliche Nagelbett. *a* Nagelsubstanz, *b* lockere Hornschichte unterhalb derselben, *c* Schleimschichte, *d* querdurchgeschnittene Nagelleistchen mit injicirten Blutgefäsen, *e* papillenlose Nagelfalz, *f* die Hornschichte des Nagelfalzes, welche sich über den Nagel gelegt hat, *g* Papillen der Haut des Fingerrückens.

abfallenden Ebene, in eine gleichförmige, glänzende, in Carmin nicht mehr zu imbibirende, hornartige Nagelsubstanz, die sich in Chromsäure grünlich färbt.

Die dem Nagel zugekehrte Schleimschichte der unteren Fläche des Nagelfalzes, ist mit einer nach vorne an Dicke zunehmenden Epidermidalschichte, welche der obern Fläche der Nagelwurzel anliegt, jedoch leicht von ihr abgehoben werden kann, bedeckt, betheiligt sich also nicht an der Bildung des Nagels.

Der hintere, in der Nagelfalz gelegene, mit Papillen versehene Theil des Nagelbettes muss also als die alleinige Bildungsstätte des Nagels betrachtet und als Nagelmatrix bezeichnet werden.

Sie entspricht der Haarpapille, während der Nagelfalz dem Haarbalge gleichkommt und zur Aufgabe hat, das Wachsthum des Nagels nach vorne zu veranlassen. Die Nagelzellen werden nämlich von der Tiefe nach oben immer breiter; da sie sich aber des hintern Winkels des Nagelfalzes wegen nicht gleichmässig ausbreiten können, so müssen sie nach vorne rücken und werden von den nachfolgenden noch weiter nach vorne geschoben.

Aus diesem Grunde sind die Nagelzellen dachziegelförmig angeordnet, derart, dass die obern den grösseren Theil der untern zudecken und nur den hintern Rand der letzteren freilassen, (VIRCHOW [1]).

---

1) Zur normal. und path. Anat. der Nägel. Würzb. Verhandl. B. V.

Beim Mangel des Nagelfalzes, d. i. blos des Nagelwalles, was an den kleinen Zehen öfter zu geschehen pflegt, wächst der Nagel nur in der Dicke, in Form eines hornartigen Höckers, welcher eine bestimmte Höhe erreicht und dann abbricht.

Eine eitrige Entzündung der Nagelmatrix führt zum temporären oder stabilen Verlust des Nagels, je nachdem erstere wiederum hergestellt wird oder zu Grunde geht.

Der neue Nagel bildet sich von der Matrix und schiebt sich von rückwärts über das Nagelbett. Eitrige Entzündungen des eigentlichen Nagelbettes bedingt keine Störungen im Wachsthum des Nagels; öfters legt sich der Nagel nicht mehr an das Nagelbett an und behält trotzdem seine normale Dicke.

Die an Querschnitten homogene, höchstens feine Linien zeigende Nagelsubstanz, welche das Licht doppelt bricht, besteht aus sehr dicht zusammengekitteten, kernhaltigen Epidermidalschuppen, in welche sie sich durch verschiedene chemische Agentien zerlegen lässt.

Nach Molleschott löst Ammoniak die sehr spärliche Kittsubstanz der Nagelzellen in 24 Stunden auf. Die Zellen bilden unregelmässige Polyeder und schliessen je einen runden Kern ein. Kupferoxyd-Ammoniak in starker Lösung macht die Schüppchen des Nagels in 1½ Stunden zu Polyedern, in 2—3 Stunden zu elliptischen Blasen aufquellen. Die Kerne greift diese Lösung rasch an.

Das beste Mittel, um gesonderte Nagelzellen mit deutlichen Kernen zu bekommen, ist ein drei- bis fünfstündiger Aufenthalt des Nagels in 27% Kalilauge. Der Nagel wird darin sehr weich und man braucht nur eine dünne Schichte auf dem Objectträger auszubreiten, um ein befriedigendes Bild zu erhalten.

Der Nagelkörper ist fein längsstreifig, seine Oberfläche zeigt Riffe, die nicht als Abdrücke der Leistchen des Nagelbettes (Kölliker), sondern als Folge des papillösen Baues der Nagelmatrix (Henle) zu betrachten sind, da auch die Nagelwurzel schon gerippt ist.

Entwicklung des Nagels.

Im dritten Foetalmonate bemerkt man an der letzten Phalanx eine nach vorn concave, wallartige Erhabenheit der Haut, welche der Nagelfalz entspricht und dadurch zu Stande kommt, dass an einer der Concavität dieses Walles entsprechenden Linie die Schleimschichte einen leistenähnlichen Fortsatz in das Coriumgewebe aussendet. Dieser Fortsatz besteht aus einer zwei- bis dreifachen Reihe von Epithelialzellen, welche denen der Schleimschichte gleichen.

Im vierten Monate findet man zwischen diesen Zellen eine drei- bis vierfache Reihe platter, kernhaltiger, sehr scharf begrenzter Zellen, welche den

Nagelzellen entsprechen. Die von diesem Walle eingeschlossene Hautpartie, welche zum Nagelbette werden soll, gleicht um diese Zeit noch vollkommen der übrigen Haut. Im fünften Monate schieben sich die oben beschriebenen Nagelzellen zwischen die Schleim- und Hornschichte des Nagelbettes ein, so dass der vorgebildete Nagel noch von der Hornschichte zugedeckt ist und keinen freien Rand besitzt.

Indem nun der Nagel unterhalb der Hornschichte bis zur Fingerspitze (im sechsten Monate) reicht, hebt er die Hornschichte in Form einer nach rückwärts offenen Tasche ab.

Capitel XXVII.

Die serösen Häute.

Von

E. Klein.

Die Bestandtheile der serösen Membranen im Allgemeinen sind: Endothel, das Grundgewebe, Lymphgefässe, Blutgefässe und Nerven.

A. Endothel.

Alle serösen Häute tragen an den freien Flächen eine einschichtige Zellenlage; das Mesenterium, der seröse Antheil des Diaphragma und zum Theile das äussere Blatt des Pericardium haben demgemäss an beiden, das Peritoneum parietale, die Pleura, das viscerale Blatt des Pericardiums und die Dura mater nur an einer der betreffenden serösen Höhle zugekehrten Fläche ein Endothelium. Was das äussere Blatt des Pericardiums anbelangt, so ist der Zellenüberzug der äusseren Fläche kein vollständiger, erstreckt sich jedoch beim Kaninchen, der Katze und dem neugeborenen Menschen über einen grossen, beim Meerschweinchen über den grössten Theil der äusseren Fläche.

An der Dura mater wird von Boehm [1] nur für das Kaninchen ein Zellenüberzug angegeben.

Beim Triton und Frosche finden sich am Peritoneum parietale, am Mesenterium und bei letzterem Thiere auch an der Bauchhöhlenfläche der Scheidewand [2] der cysterna magna zwischen nicht flimmernden vereinzelte und Gruppen von kleinen flimmernden Pflasterzellen.

Die einzelnen Zellen sind ziemlich platt, besitzen einen rundlichen oder oblongen, häufig excentrisch gelegenen Kern, dessen Dicken-Durchmesser meist den der Zelle übertrifft, so dass er an der betreffenden Stelle die über ihm gelegene Schichte von Zellsubstanz bauchig hervorwölbt. Je regelmässiger übrigens die Zelle gestaltet ist, desto mehr nähert sich die Form des Kernes

der runden. Fast regelmässig polyedrisch findet man das Endothel am Mesenterium des Kaninchens, des neugeborenen Menschen, des den Magen und den Darm überziehenden Peritoneums vom Frosche und der Katze, der Thoraxseite des centrum tendineum des Meerschweinchens.

Am unregelmässigsten sind die Zellen am Mesenterium des Frosches, zum Theile auch an dem der Katze; die Zellen sind hier fast immer unregelmässig gestaltet, und zwar sind sie mehr oder weniger in die Länge gezogene Platten, und stets mit Ausbuchtungen versehen; daher kommt es, dass die Grenzlinien zweier benachbarter Zellen mehrere grössere und kleinere Biegungen zeigen. Die in die Länge gezogenen Zellen der beiden Oberflächen kreuzen sich mit ihrem Längsdurchmesser in ähnlicher Weise, wie die Zellen der gegenüberliegenden Wände eines grösseren Lymphgefässes.

Der Kern dieser Endothelzellen liegt sehr selten central, ist meist oblong und zeigt mitunter Einschnürungen, die sich entweder nur auf die eine Hälfte oder über den ganzen Kern erstrecken; ja es ist gar nicht selten, dass man langgestreckte, an den Polen mehrere Ausbuchtungen zeigende Zellen findet, in denen zwei Kerne angetroffen werden.

An der Pleura, dem Paricardium und dem centrum tendineum des Diaphragmas treffen wir neben regelmässig polyedrischen Zellen auch mehr oder weniger unregelmässig gestaltete, sowie drei- und länglich viereckige und unregelmässig in die Länge gezogene Zellen an. Hinsichtlich der Grösse der einzelnen Zellen und ihrer Grenzcontouren herrscht ebenfalls die grösste Mannigfaltigkeit. Bald sind sie auf grosse Strecken gleich gross, bald finden sich zwischen einzelnen grossen Zellen Gruppen unverhältnissmässig kleiner, wobei man jedoch bald directe Uebergänge zwischen beiden Formen findet, bald solche vermisst. Diese letzteren Verhältnisse zeigen sich in schöner Weise am Pericardium der Katze, sowie an der Pleura intercostalis [3] und über den Lymphgefässen an der Bauchseite des Peritoneums [4]. Was die Grenzcontouren der Endothelzellen anbelangt, so wechselt die Form derselben an Silberpräparaten von Stelle zu Stelle. am Mesenterium vom Frosche, an dem der Katze, an der Bauchseite des Centrum tendineum über den später zu erwähnenden Spalten, stellenweise an der inneren Fläche des äusseren Pericardialblattes vom Kaninchen sind die Contouren der Endothelzellen von ausgezeichnetem geschlängelten Verlauf; ein solcher findet sich übrigens auch in geringerem Maasse stellenweise an der Pleura und der Thoraxseite des Diaphragmas. Bemerkenswerth ist, dass an Silberpräparaten die Zellencontouren über den später zu erwähnenden breiten Spalten an der Bauchseite des centrum tendineum, sowie über den Lymphgefässen der Pleura [5] viel zarter sind, als an den Zwischenstellen.

Die Anordnung der Endothelien ist entweder eine einfache Juxtaposition polyedrischer Zellen oder wo sie in die Länge gezogen sind, greifen sie mit ihren ausgezogenen Enden zwischeneinander ein, oder sie stehen in Gruppen von 4—10 wie die Radien um ein gemeinschaftliches Centrum angeordnet;

also finden sie sich sowohl an der Bauch-,[6] als der Thoraxseite des centrum tendineum des Diaphragmas, am Mesenterium, an der Bauchhöhlenfläche[7] der Scheidewand der Cysterna lymphatica magna des Frosches, an der Pleura[8] und an der inneren und äusseren Fläche des Pericardiums vom Kaninchen, der Katze und des Menschen, sowie an der Dura mater des Kaninchens.[9]

Im Centrum dieser Endothelgruppen finden sich entweder eine oder auch mehrere (2 und 3) scharfbegränzte verschieden grosse, rundliche oder dreieckige Stellen, die man seit Recklinghausen und Oedmanson als Lücken zwischen den Endothelzellen, als sogenannte Stomata auffasst.

Andererseits trifft man auch an den genannten Orten auf radienartig angeordnete Endothelgruppen, in deren Centrum man die besagten Stomata gänzlich vermisst. Bei dem Umstande, dass an Silberpräparaten verschieden grosse, vereinzelt oder in mehreren zusammen stehende — immer jedoch scharf begrenzte kleinere Stellen zwischen zwei oder mehreren Endothelzellen angetroffen werden, in Anbetracht, dass es an einzelnen Stellen wegen des Nebeneinanderseins sehr verschieden grosser Figuren und des Fehlens der Kerne fast unmöglich erscheint, zu entscheiden, was man für Stoma, und was für eine kleinere Endothelzelle halten soll, ist auch von allen Forschern der Nachweis von Lücken zwischen den Endothelien an Silberpräparaten als nicht erbracht angesehen worden; man nimmt aber die beschriebenen Bildungen für Stomata an auf Grundlage der Experimente[10] von Recklinghausen, die nachträglich von Ludwig und Schweigger-Seidel, von Dybkowsky, von Schweigger-Seidel und Dogiel sowie von Böhm wiederholt wurden. Für die Gegenwart der Stomata sprechen ausserdem unzweifelhaft auch die gelungenen Injectionen von Dybkowsky (siehe in seiner Abhandlung Figur 8).

Vom histologischen Standpunkte können strenge genommen nur jene kleinen Figuren für Stomata gehalten werden, die sich im Centrum radienartig gestellter, relativ grosser Endothelzellen vorfinden; an solchen Stellen wird man bei einiger Aufmerksamkeit gerade wie dies von Schweigger-Seidel und Dogiel[10] für die Bauchhöhlenfläche der Scheidewand der Cysterna lymphatica magna angegeben wurde, in den meisten Fällen die Kerne der das angebliche Stoma begrenzenden Endothelzellen ganz peripher dicht neben dem Stoma liegend, finden. Alle übrigen, theils einzeln, theils zu mehreren neben einander vorkommenden kleinen Zeichnungen entsprechen höchst wahrscheinlich nur jungen, durch Theilung grösserer Endothelien hervorgegangenen Zellen. Unterstützt wird diese Annahme: erstlich durch das Vorkommen zweikerniger Endothelzellen, so wie in Abschnürung begriffener Endothelkerne am Mesenterium des Frosches, ferner durch die eigenthümliche unregelmässige Form der besagten Endothelien, die ganz so aussehen, als wären an ihnen im Leben Formveränderungen vorgegangen, ferner durch die Thatsache, dass, wie oben angeführt wurde, stellenweise zwischen vereinzelten grossen mehrere kleine Zellen eingeschoben sind, und endlich durch den Befund von Ludwig und Schweigger-Seidel an der Bauchseite des centrum tendineum vom Kaninchen,

wo sich alle Stadien der Kerntheilung in den Endothelzellen erkennen lassen. Ludwig und Schweigger-Seidel halten diese durch Theilung der Endothelien hervorgegangenen Zellengruppen für Lymphkörperchen.

Erwähnen muss ich noch des zelligen Ueberzuges vom Omentum majus der Katze; dasselbe besteht aus einem sehr zierlichen Bindegewebsbalkenwerk, welches Lücken bildet, die gegen die die Gefässe führenden Hauptbalkenzüge an Grösse abnehmen.

Das Endothel schliesst sich dem Balkenwerke vollkommen an.

Zur Untersuchung der zelligen Ueberzüge eignen sich die bekannten Methoden der Versilberung und Maceration in Jodserum.

B. Das Grundgewebe.

Das Stroma der serösen Häute besteht aus Bindegewebe und elastischem Gewebe. Ersteres besteht aus wellig verlaufenden zu Bündeln vereinigten Fasern; die Bündel bilden im Allgemeinen ein zierliches Maschenwerk, verflechten sich mitunter in verschiedener Richtung und bilden an einzelnen Stellen dichtere Balken, in denen grössere Blut- und Lymphgefässe, sowie Nervenstämme eingebettet liegen; also ist das Bindegewebe angeordnet am Mesenterium, an dem unter dem Epithel gelegenen schwachen Grundhäutchen der Pleura [12], dem der Bauch- und Thoraxseite des Centrum tendineum.

Andererseits sind die Bindegewebsmassen von mehr sehniger Anordnung, wie am centrum tendineum selbst, wo sie beim Kaninchen eine gegen die Thoraxfläche gelegene circuläre und eine gegen die Abdominalseite gelegene radiäre Schichte [13] bilden, zum Theile am Pericardium, in den tieferen Schichten der Pleura intercostalis und an der Dura mater.

Durch dieses bindegewebige Maschenwerk erstreckt sich ein dichtes Netz sehr feiner elastischer Fasern, die zumeist geradlinig oder wenig gekrümmt, seltener stark geschlängelt, spiralig, verlaufen. Die Menge dieser elastischen Fasernetze, die übrigens in mehr als einer Ebene angeordnet sein können, ist sehr variabel, am grössten ist sie am Mesocolon der Säugethiere und des Menschen, sowie am Mesenterium des Meerschweinchens, immerhin zahlreich am Mesenterium des Frosches und der Säugethiere, an der Pleura, an der über der radiären sowohl als auch über der circulären Sehnenfaserschichte des centrum tendineum des Zwerchfelles gelegenen Grundmembran und am Pericardium.

Fettzellengewebe findet sich in grösseren oder kleineren Gruppen am Mesenterium und am Pericardium; es findet sich an ersterem zumeist nur in den von der Wurzel des Mesenteriums zum Darme radiär verlaufenden grösseren Balken und ihren Theilungsästen, entsprechend der Verzweigung der grösseren Blutgefässe. Wie überall in bindegewebigen Organen finden sich auch hier zahlreiche zellige Gebilde zwischen den Fasern vertheilt; sie sind verästigte Zellen mit rundlichen Kernen, die durch viele einfache oder verästigte Protoplasmafortsätze ein dichtes Netz bilden, ferner grössere und kleinere, rundliche oder unregelmässige, granulirte Protoplasmaklumpen mit

je einem oder mehreren Kernen, dann spindelige granulirte Zellen mit rundlichen oder oblongen Kernen (häufig zwischen den mehr gestreckt verlaufenden Bindegewebsbündeln der mittleren Schichte — radiären und concentrischen Lage — des centrum tendineum, den tieferen Lagen der Intercostalpleura, dem äusseren Blatte des Pericardiums und der Dura mater); endlich kommen auch Wanderzellen vor. Das Gewebe des Peritoneums enthält bei vielen Wirbelthieren vereinzelte und netzartig angeordnete Bündel glatter Muskelfasern; besonders zahlreich finden sich dieselben am Mesenterium des Triton und des Frosches; weniger zahlreich sind sie bei Säugethieren vorhanden, doch giebt es auch bei diesen Stellen, wo ihre Menge zuweilen ganz beträchtlich ist, so zum Beispiel am Peritonealüberzuge des Magens vom Kaninchen.

Zum Studium der faserigen Elemente der serösen Häute eignen sich Schnitte von in Chromsäure gehärteten Objecten (Pleura [14] Diaphragma [15]) oder Flächenansichten von Stücken frischer oder vorher in doppelt Chromsaurem Kali eingelegter Objecte (Mesenterium, Pericardium). Zum Studium der zelligen Gebilde besitzen wir im Chlorgold ein ausgezeichnetes Mittel, doch lassen sich auch frische Präparate dazu verwenden.

C. Lymphgefässe.

Das Vorkommen von Saftkanälchen im Bindegewebe der serösen Membranen wurde von Dybkowsky, Schweigger-Seidel, Ludwig und Schweigger-Seidel in Abrede gestellt, nur Böhm fand sie an der Innenfläche der Dura mater; letzterer Forscher hält auch dem Ausspruche von Schweigger-Seidel [15], dass die Saftkanälchenzeichnung nur Artefacta in einer zwischen Endothel und Grundgewebe befindlichen Eiweissschichte-Kittsubstanz wären, die vollkommen richtige Thatsache entgegen, dass in einzelnen Fällen über der im Grundgewebe gelegenen Saftkanälchenzeichnung das Endothel in toto noch ganz gut sichtbar ist. Ich kann für alle von mir untersuchten serösen Häute: Mesenterium vom Triton, Frosch, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Mensch, Peritoneum parietale vom Frosch Kaninchen und Mensch, Pericardium, Pleura und Centrum tendineum, sowohl an der Thorax-, als auch Abdominalseite vom Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Mensch, die von Recklinghausen gemachten Angaben über Saftkanälchen (siehe Abbildungen Fig. 57. u. 58 im VIII. Capitel) vollinhaltlich bestätigen.

Nach Dybkowsky besitzt die Pleura Costalis nur an jenen Theilen Lymphgefässe, welche einem Zwischenrippenraume und dem musc. sternocostalis anliegen; hier bilden die Lymphkapillaren dichte Netze, die in kleine klappentragende Stämmchen münden, welche an der Grenze des Intercostalraumes verlaufen. Die Kapillarnetze sind hauptsächlich in zwei Lagen angeordnet, die eine oberflächlich gelegene füllt die Lücken zwischen der Grundhaut aus, ihre Lichtungen sind von der Pleurahöhle nur durch das Endothel getrennt; die zwischen Endothel befindlichen Stomata führen direct in Lymphgefässe dieser Lage [19], die andere ist tiefer gelegen und von der ersteren durch Bindegewebs-

massen getrennt, deren Bündel parallel mit der Pleuraebene laufen; beide Lagen anastomosiren vielfach mit einander. Der den Rippen selbst anliegende Theil besitzt keinerlei Lymphgefässe. Das Mittelfell besitzt nur an jenen Stellen Lymphgefässe, wo sich zwischen seinen Blättern Fettgewebe einschiebt.

Am äusseren Blatte des Pericardium bilden die Lymphgefässcapillaren ein der inneren Oberfläche nahe gelegenes dichtes Netz, das von allen Seiten aus dem Grundgewebe Saftkanälchen aufnimmt. Am centrum tendineum des Kaninchens unterscheidet man nach Ludwig und Schweigger-Seidel ein System von breiten Lymphbahnen, welche zwischen der radiären Faserlage parallel neben einander verlaufend eingelagert und mit Endothel ausgekleidet sind; sie sind überdeckt von dem Grundhäutchen der Abdominalseite, das den Zwischenräumen der Spalten entsprechend aus stärkeren Balken besteht; von diesen letzteren gehen feinere Bälkchen ab, die über den Spalten selbst ein zierliches Maschenwerk bilden.[20]

Von diesen zum Lymphgefässsystem gehörigen Spalten führen Canäle gegen die Thoraxseite, wo sich zwischen Pleura und circulärer Schichte ein dichtes zierliches Lymphkapillarnetz befindet; dieses Netz ergiesst sich in klappenführende weite Lymphgefässe, die ebenfalls an der Thoraxseite gelegen sind.

Im hinteren Theile des centrum tendineum besitzen die Lymphkapillarnetze die grösste Entwickelung. Zu diesen von Ludwig und Schweigger-Seidel gemachten Angaben ist noch hinzuzufügen, dass beim Kaninchen, Menschen und bei der Katze, besonders aber beim Meerschweinchen durch die Versilberungsmethode an der Abdominal- und Thoraxseite im Grundhäutchen selbst ein reiches System von Saftkanälchen und mit Endothel ausgekleideter Lymphräume nachweisbar erscheint; an der Abdominalseite des centrum tendineum vom Meerschweinchen findet man, dass von den Balken des Grundhäutchens, in denen Blutgefässe und Nervenstämme zu erkennen sind, entsprechend der Blutgefässvertheilung kleinere Bälkchen ziemlich geradlinig abgehen und grosse weite mit Endothel ausgekleidete Räume zwischen sich fassen (siehe Fig. 58 dieses Buches).

Diese Lymphräume nehmen von ringsum die kurzen spaltenförmigen Saftkanälchen, so wie längere dünne Kanäle auf, die in den grösseren Balken neben Blutgefässen und Nervenstämmen verlaufen, zum Theil auch in der Adventitia der ersteren und der breiten Bindegewebsscheide der letzteren sich entwickeln.

Diese sehr breiten Lymphräume stehen mit den mit einem Endothel ausgekleideten zwischen der einfachen Lage des Sehnengewebes gelegenen Spalten in Verbindung.

Am Mesenterium liegen die grösseren Klappen führenden Lymphgefässe in den radiären von der Wurzel gegen den Darmrand des Mesenteriums verlaufenden Hauptbalken, sie nehmen von allen Seiten theils engere, theils weitere Lymphkapillaren auf, die sich (im Mesenterium vom Frosch) theils aus rundlichen oder oblongen mit Endothel bekleideten weiten Lymphseen ent-

wickeln, theils aus den Saftkanälchen selbst hervorgehen; die Lymphseen haben ihre Wurzeln in den rhombischen, sternförmigen oder spaltenähnlichen Saftkanälchen und liegen zwischen kleineren Bindegewebsbalken, welche zwischen den radiär gelegenen Hauptbalken ausgespannt sind und durch viele kleinere Zweigbündelchen bogenförmig mit einander anastomosiren.

Am Mesenterium des Frosches, sowie an der Abdominalseite des centrum tendineum vom Meerschweinchen kann man Blutgefässe und Nervenstämme stellenweise ganz deutlich in Lymphräumen eingebettet liegen sehen, an anderen Stellen jedoch werden sie von Lymphkapillaren, die zu beiden Seiten verlaufen, begleitet.

Zu erwähnen ist noch, dass an der adventitia sowohl der Blut-, als auch der grösseren klappenführenden Lymphgefässe des Mesenteriums vom Frosch (bei Silberpräparaten) eine prachtvolle Zeichnung auftritt, die mit der Saftkanälchenzeichnung die grösste Aehnlichkeit hat.

Zum Studium der Lymphgefässe der serösen Häute dient die Silberimpregnation an unabgepinselten, besser an abgepinselten Objecten, sowie die von der serösen Höhle aus gemachte Selbstinjection.

Das Nähere hierüber siehe in den betreffenden Arbeiten von Recklinghausen, Dybkowsky, Ludwig und Schweigger-Seidel.

D. Blutgefässe.

An der Pleura intercostalis und sternocostalis bilden die Blutcapillaren, wie Dybkowsky gezeigt hat, weite Maschen und schliessen sich mit ihren stärkeren Aestchen den Lymphgefässen an; die Capillaren der Pleura stehen in vielfacher Verbindung mit denen der Fascie bis zu den Muskeln. Die Pleura, die den Rippen anliegt, scheint häufig reichlicher mit Blutcapillaren versehen zu sein. Am parietalen Blatte des Pericardiums dringen die grösseren Blutgefässe von aussen her ein und lösen sich gegen die innere Fläche zu in ein ziemlich dichtes Capillarsystem auf.

Am Mesenterium zweigen sich von den grösseren radiär von der Wurzel gegen den Darm verlaufenden Gefässstämmen baumförmig die kleineren und kleinsten Gefässe ab und lösen sich nach der Seite in flächenhafter Ausbreitung in ein weitmaschiges Capillarsystem auf.

Am centrum tendineum des Kaninchens dringen nach Ludwig und Schweigger-Seidel die grossen Gefässe zumeist von der Thoraxseite her unter die Serosa ein, seltener von der Abdominalseite; die feineren Zweige dringen durch die sehnige Grundlage und gelangen bis an die zwischen der radiären Faserlage liegenden Spalten, an deren Rändern sie nicht durch ihre Adventitia, sondern durch ein über sie hinwegziehendes feines Häutchen angeheftet zu sein scheinen. Die Capillaren bilden im Grundhäutchen der Thorax- und der Abdominalseite weitmaschige Netze.

Die Blutgefässe der Dura mater sind nach Recklinhausen[21] und Böhm[22]

ausgezeichnet durch ein an der Aussenfläche liegendes venöses Netz, dessen Zweige unverhältnissmässig weit sind. Beim Hunde speciell fliessen die venösen Zweige zwischen Arterien zu grossen sinusartigen Räumen zusammen. Böhm hat diese venösen Netze von der Innenfläche der Dura mater aus sich füllen gesehen, woraus er auf eine offene Verbindung zwischen den Venen der Aussenfläche der Dura mater mit der cavitas serosa cranii schliesst.

Blutgefässe können bis in ihre feinsten Verzweigungen sowohl an Injections- als auch an Silber- und an Goldpräparaten studirt werden; letztere Präparationsmethode lässt in einzelnen Fällen die Injection ganz entbehren.

E. Nerven.

Die Nerven der serösen Häute sind nur wenig erforscht. Nach Cyon[23] sind die in die Scheidewand zwischen Bauchhöhle und Cysterna lymphatica magna des Frosches eintretenden Nervenfasern doppelt contourirt, einzeln oder zu zwei bis drei in eine besondere Scheide vereinigt. Nach mehrfacher Theilung gehen sie in marklose Fasern über, in deren Verlauf bauchig hervorragende Kerne eingestreut sind.

An den Stellen, wo ein Nervenbündel wie auseinandergezogen erscheint finden sich auch breite kernhaltige Fasern, an denen die fibrilläre Structur deutlich zu erkennen ist.

Die einzelnen Fasern bilden nach vielfacher Kreuzung und, nachdem sie sich auch stellenweise um einander herumgewunden, ein Geflecht von meist rhombischen weiteren und engeren Maschen. Cyon hält diese Netze nicht für terminal, sondern lässt die Nervenfasern im Gewebe frei auslaufen.

Im Mesenterium sind die eintretenden Stämme aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt, sie begleiten einfach oder doppelt die grösseren Blutgefässe; sowohl die einzelnen Fasern, als auch die Stämme selbst haben einen ausgezeichnet geschlängelten Verlauf.

Die spärlich zur Seite abgehenden Aeste sind im weiteren Verlaufe aus einem oder zwei marklosen Fasern zusammengesetzt, die ebenfalls durch zahlreiche oblonge bauchige Kerne ausgezeichnet sind; schliesslich bilden die einzelnen marklosen Fasern ein aus rhombischen Maschen bestehendes Netz, das hauptsächlich in der Nähe und in der Adventitia der grösseren Blutgefässe (Frosch) selbst eng ist und in seinen Knotenpuncten oblonge Kerne zeigt.

Ueber grössere aus marklosen Fasern bestehende Stämme an der Serosa der Bauchseite des centrum tendineum bin ich nicht hinausgekommen; die Stämme sind ausgezeichnet durch knotige Anschwellungen und dadurch, dass sie ebenso wie stellenweise am Mesenterium in sehr schöner Weise jederseits durch einen ziemlich breiten Lymphraum vom angrenzenden Gewebe getrennt erscheinen.

Zur Untersuchung der Nerven ist die Silberimprägnation, mit grösserem Vortheile jedoch die bekannte Methode der Goldfärbung anwendbar.

Literaturverzeichniss.

1) R. Böhm. Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugethiere. Virchow's Archiv. 47. Bd. II. Heft. S. 218 u. f.
2) Schweigger-Seidel und Dogiel. Ueber die Peritonealhöhle bei Fröschen und ihren Zusammhang mit dem Lymphgefässsystem. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig vom Jahre 1866. S. 68 u. f.
3) Dybkowsky. Ueber Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand. Ebendaselbst. S. 40 u. f.
4) Ludwig und Schweigger-Seidel. Ueber das centrum tendineum des Zwerchfelles. Ebendaselbst. S. 174 u. f.
5) Schweigger-Seidel. Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitricum u. s. w. Ebendaselbst. S. 150 u. f.
6) Recklinghausen. Zur Fettresorption. Virchow's Archiv. Bd. 36. S. 172.
7) Schweigger-Seidel und Dogiel l. c.
8) Dybkowsky, l. c.
9) Böhm, l. c.
10) Siehe dieses Buch, Capitel VIII.
11) l. c.
12) Dybkowsky, l. c. Fig. 8. 20.
13) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c.
14) Dybkowsky, l. c.
15) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c.
16) Recklinghausen. Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.
17) Siehe dieses Buch, Capitel VIII.
18) l. c.
19) Dybkowsky, l. c. Fig. 8.
20) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c. Fig. 3.
21) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, l. c. S. 71.
22) l. c.
23) Cyon. Ueber die Nerven des Peritoneums. S. 106 u. f. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt in Leipzig. III. Jahrgang 1868.

Capitel XXVIII.

Die Milchdrüse.

Von

C. Langer.

Die milchabsondernde Drüse, deren Gewebe in der Regel nur beim Weibe und nach vollendetem Puerperium vollständig ausgereift und functionstüchtig angetroffen wird, besitzt in diesem Zustande kolbig gestaltete Drüsenbläschen, welche an den Enden eines dendritisch ramificirten Gangwerks angebracht sind. Die 15—20 Ausführungsgänge öffnen sich als feine Röhrchen einzeln in der Brustwarze, nachdem sie im Bereiche des Warzenhofes weitere, je nach dem Abgange der Aeste verschieden gebuchtete Behälter dargestellt haben; sie schicken auch einzelne rückläufige Aeste unter die Areola, um das Secret der daselbst lagernden Drüsenklümpchen aufzunehmen. Doch kommt es vor, dass einzelne dieser Drüsenkörner eigene feine Ausführungsgänge an die Oberfläche entsenden, die sich im Bereiche des Warzenhofes auf kleinen Erhabenheiten, Nachbildungen der Brustwarze öffnen. (Glandulae aberrantes v. Montgomery.) Anastomosen der Astfolgen zweier Gänge dürften, wenn sie wirklich existiren, kein regelmässiger Befund sein und nur in der Nähe der Behälter vorkommen.

Die ganz dicht zusammengedrängten Endbläschen bilden kleine Läppchen, welche an der unteren Fläche und am Rande der Drüse paarweise auf einem gabelig getheilten Gangaste hängen, im Centrum der Drüse aber und unter dem Warzenhofe vereinzelte kleine Klümpchen darstellen, die häufig genug unmittelbar auf der Seitenwand eines grösseren Ganges sitzen. Diese kleinen Läppchen treten nie zu grösseren Lappen zusammen, auch lässt sich die ganze Drüse nie in grössere, den einzelnen Ausführungsgängen entsprechende Lappen zerlegen, weil das Drüsenstroma einen ungetheilten, festen bindegewebigen Körper darstellt, der sich nur peripherisch in lockeres Bindegewebe auflöst, um die daselbst befindlichen Drüsenläppchen einzuhüllen und von einander zu scheiden. Lamellöse Fortsätze des Stroma, die vom Rande

und von der oberen Fläche des Organs abgehen, vereinigen sich mit dem subcutanen Bindegewebe und bilden damit Nischen und Kapseln, in welche das die Drüse umgebende Fett aufgenommen ist. Der feste Drüsenkern steht daher nur an der Brustwarze mit der Haut in unmittelbarer Verbindung; hier und unter dem Warzenhofe fehlt das Fettgewebe, anstatt dessen sich eine mächtige Lage von glatten Muskelfasern vorfindet.

Der Bau der Ausführungsgänge ist sehr einfach; ihre Wände bestehen nämlich aus einem feinfaserigen Bindegewebe, dessen Fibrillen sich aussen dichter und kreisförmig ordnen, ganz nach aussen aber mit vielen elastischen Fasern durchflochten zeigen. Ein eigenes Muskelsystem besitzen sie nicht; ihr Epithel besteht aus kleinen cylindrischen Zellen. Nicht gefüllte grössere Gänge collabiren, wobei sich die dünnen Wände in longitudinale Falten ordnen, und erscheinen daher im Querschnitte in sternähnlichen, gebuchteten Figuren.

In den Drüsenbläschen findet sich ebenfalls nur ein einschichtiges Epithel, welches in den Kuppen aus kleineren polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist; an den Ausgängen aber sind die Zellen etwas höher und begrenzen ein mitunter sehr enges Lumen. Den ganzen Hohlraum der Kolben erfüllen Fetttröpfchen die anatomischen Bestandtheile der Milch. Obgleich sich der Inhalt der Bläschen leicht entfernen lässt, so bleiben immer noch viele Fetttröpfchen, an dem Epithel haften, und einzelne findet man, welche sogar zwischen den Kernen des Epithels eingereiht liegen. Bei Wöchnerinnen, die bald nach der Entbindung gestorben sind, enthalten die Drüsenbläschen nur sparsame Milchkügelchen, welche mitten zwischen den dicht zusammengedrängten Epithelzellen eingetragen sind. Wird durch ätherische Oele das Fett aus dem Inhalte der Drüsenbläschen ausgezogen, so bildet sich aus der geronnenen Käsesubstanz ein Netzwerk, welches den Acinus nach allen Richtungen durchzieht, mit Lücken, welche den zerstörten Fettbläschen entsprechen.

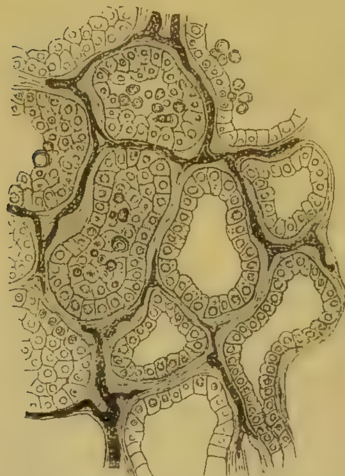


Fig. 205. Durchschnitt durch die Endbläschen der Drüse einer Amme, mit Blutgefässen. Syst. 8. Hartnack.

Ein anderes Wandelement der Drüsenbläschen besteht aus reticulärem Bindegewebe. Die zelligen mit Kernen und Fortsätzen ausgestatteten Bestandtheile desselben bilden nämlich ein Körbchen, welches den Acinus begrenzt und nach Entfernung des Epithels sichtbar wird; es sind das Strukturelemente, welche bereits in den Thränen- und Speicheldrüsen nachgewiesen sind (Boll[1]). Der Zusammenhang dieses Netzes mit den interalveolaren Balken lässt sich leicht darthun, dagegen konnte ich das Abgehen von Ausläufern an oder zwischen

1) M. Schultze's Archiv. V. p. 334.

die Epithelzellen nicht mit Sicherheit constatiren; auch muss ich unentschieden lassen, in welchen Beziehungen zu diesem Netze die anscheinend ganz strukturlose Membran steht, welche sich durch Maceration der Läppchen ersichtlich machen lässt.

Die grossen Gefässe der Drüse verlaufen alle im subcutanen Bindegewebe; nur kleinere Zweige gehen durch die untere Fläche des Organs. Im Verlaufe gegen die Warze besorgen die grösseren Röhren Zweige, welche da und dort in das Drüsenparenchym eindringen, aber auch Zweigchen, welche zur Cutis gehen. Auch die letzten Ausläufer dieser Röhren, welche bis in die Basis der Warze vorgedrungen sind, geben noch auf- und absteigende Zweigchen ab. Die Parenchymzweige schliessen sich nicht immer genau an die Gänge an und vertheilen sich meist unabhängig von denselben, woher es kommt, dass selbst die kleinen Drüsenläppchen ihre Gefässe allenthalben von ihrer Peripherie abgeben und aufnehmen. Die Capillaren der kleinen Läppchen formen sich zu einem Netze dreier Dimensionen, in dessen rundliche oder eckige Maschen die Drüsenbläschen eingeschoben sind; man findet sie daher in Durchschnitts-Lamellen in den schmalen interalveolaren Balken untergebracht. Es lässt sich leicht constatiren, dass das Capillarnetz jedes einzelnen Läppchens ein in sich geschlossenes Ganze darstellt und nur durch die kleinen Arterien und Venen mit dem der benachbarten Läppchen communicirt. Es haben auch die Gänge ihre eigenen von dem System des Stroma geschiedenen Capillaren; es sind das feine Röhrchen, welche in längliche Maschen zusammentreten, und die grossen Gänge der Warze als ein ziemlich dichtes, doch wieder nur feines Netzwerk umspinnen. Schwellnetzartige Formationen kommen daher in der Warze nicht vor, denn auch die Gefässe ihres Stroma und der Muskelbänder zeigen kein ungewöhnliches Kaliber. Die capillaren Schlingen des Papillarkörpers gehen ebenfalls von besonderen Stämmchen ab, welche dicht unter dem Papillarkörper liegen und daselbst als Bogenstücke streckenweise fortlaufen. Die Venen der Brustwarze bilden unter dem Warzenhofe eine ringförmige Anastomosenkette, den bekannten Circulus Halleri. — Ueber die Lymphgefässe und den terminalen Nervenapparat der Brustdrüse ist bis jetzt noch nichts bekannt geworden.

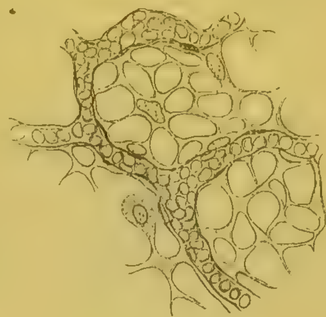


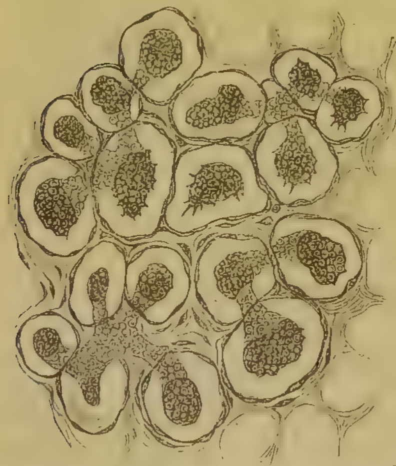
Fig. 206. Reticuläres Bindegewebe aus der Wand zweier Drüsenbläschen, anscheinend mit einer Epithelzelle in Verbindung. Syst. 9. Immersion. Hartnack.

Die erste Anlage der Drüse fällt vielleicht schon in den dritten Monat des Intrauterin-Lebens; dennoch aber finden sich beim Neugebornen in der Regel blos die Hauptgänge vor, an welchen als Andeutung einer Verzweigung zwei auch mehr kolbige Anhänge wahrzunehmen sind. Sollte auch die Ast-

bildung weiter fortgeschritten sein, so fehlen doch immer die Endbläschen, selbst in jenen Fällen, wo ein Secret ausgeschieden wird; dann finden sich zahlreiche erweiterte und eng zusammengeschobene Buchten, welche der Drüse das Ansehen einer Gruppe von Talgdrüsen geben.

Die Vermehrung des Gangwerkes nimmt bis in die Pubertätsjahre, auch bei Mädchen nur langsam zu; erst dann beginnt ein rascheres Wachsthum, dessen Erfolge sich aber nur bei Mädchen fixiren, während bei Knaben möglicher Weise wieder ein Rückgang Platz greifen kann. Bei Männern nämlich finden sich in der Regel nur die Hauptgänge mit einigen, wenig vertheilen Ansatzkolben; doch gibt es auch Fälle, wo die Drüsen bis zur Grösse einer Wallnuss angewachsen ein vielfach ramificirtes Gangwerk enthalten, von Formen, wie solche bei Mädchen vor dem Eintritte der Geschlechtsreife vorkommen.

Eigentliche Drüsenbläschen als letzte Enden eines bereits vielfach ramificirten Gangwerks finden sich nur bei geschlechtsreifen Mädchen. Die Drüse zeigt in diesem Lebensalter in der Regel bereits den traubig acinösen Bau, aber die Läppchen sind wenig voluminös, weit von einander abstehend, das Gangwerk eng und die Bläschen klein, mehr cylindrisch als kolbig geformt. Den Inhalt des ganzen jungfräulichen Gangwerkes bilden Zellenmassen, welche in den Enden dicht gehäuft einen soliden Kern darstellen, in den Gängen aber, die bereits wegsam sind, die Wände in einfacher Schicht bekleiden. Als Bestandtheil der Wände grösserer Gänge findet sich ein feinfaseriges Bindegewebe, als Begrenzungsschicht kleinerer Gänge aber zeigt sich eine Lage von hyalinem, stark quellbarem Bindegewebe, welche sich gegen das Stroma durch eine Reihe schmaler spindelförmiger Körperchen abgrenzt. An den letzten Enden erscheint diese Lage noch dicker und bildet in Durchschnitten breit aufgequollene Halonen, welche mit ihren äusseren, scharfen Contouren eng aneinander schliessen, während ihr innerer Contour feine Einschnitte zwischen wulstigen Falten zeigt, die offenbar aber nur als eine Quellungserscheinung zu deuten sind.


Fig. 207. Drüsenbläschen einer Jungfrau, in Durchschnitten mit stark aufgequollenen Halonen. Syst. 8.

Das Stroma der sich entwickelnden Drüse besteht aus sehnigen mit vereinzelten spindeligen Körperchen besetzten Bindegewebsbündeln, welche so innig mit einander verflochten sind, dass ein untheilbarer, kautschukartig derber Körper zu Stande kommt, mit zahlreichen Kanälchen zum Durchtritt des Gangwerks und der grösseren Gefässe. Netzartig verflochtene Capillaren durchziehen allenthalben das compacte Gewebe, wenden sich aber in grösseren Mengen gegen die Gänge. Die stumpfen Enden der noch wach-

senden Gänge werden nämlich von einem ganzen Bündel von Gefässen umgriffen, die daselbst auseinander weichen und den Gang, eng an ihn angeschlossen, eine Strecke weit begleiten. Die Gefässe bilden daher in diesem Falle faserige Anhänge, welche offenbar auch die Wachsthumsrichtung des Gangwerkes vorzeichnen; fertige Läppchen dagegen werden von einem Netzwerk von Capillaren umgeben und durchzogen.

Unter den Capillaren des Stroma finden sich nicht wenige, die reichlich mit Kernen ausgestattet sind; auch sieht man von einzelnen sehr feine Fäden abgehen, die kaum noch wegsam sind und offenbar in der Bildung begriffene Capillaren darstellen. Auch kleine, aus zwei bis drei markhaltigen Fibrillen bestehende Nerven konnte ich unterscheiden; ich sah Fibrillen, die sich isolirten und gabelig theilten. Im Inneren des von den stumpfen Enden der Gangäste abgehenden Gefässbündels bemerkte ich auch einen oder den anderen Faden, der sich nicht weiter verfolgen liess und an der Grenze der hyalinen Schicht zu endigen schien. Ob auch dies Nervenfibrillen waren, liess sich nicht ermitteln.


Fig. 208. Endknospen der Gänge eines 14 Jahre alten Mädchens, mit den Gefässen. System 4. Hartnack.

Nach Allem lässt sich daher der Bildungsvorgang des Drüsenelements formell als eine stetig fortschreitende Knospung bezeichnen; auch dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass derselbe wesentlich zunächst auf einer Wucherung der Epithelien beruht; sicher ist auch, dass in dem Maasse, als das Gangwerk zur Bildung der Drüsenbläschen fortschreitet, das dazwischen liegende derbe Stroma sich nach und nach lockert und vermindert, doch dürfte der ursächliche Zusammenhang dieser beiden Vorgänge histologisch noch kaum definirbar sein. Bemerkenswerth ist auch noch das mit der Entstehung der Drüsenbläschen gleichzeitige Auftreten von Fettzellen im Stroma, welche bei diesem Processe gewissermaassen als Nebenprodukt abgeschieden werden.

Die Vorbereitungen zur Uebernahme der Funktion während der Schwangerschaft machen sich zunächst in einer Vergrösserung der secernirenden Oberfläche bemerkbar; die Bläschen werden weiter, wie auch das andere Gangwerk, die hyaline Grenzschicht wird dünner, es erscheinen im Inneren Fettbläschen, anfangs nur einzeln und mitten in dem Zellenklumpen, endlich in solchen Mengen, dass sie das ganze mittlerweile bedeutend erweiterte und kolbig aufgebauchte Endbläschen erfüllen und das Epithel ganz an die Wand verdrängen konnten. Das interlobuläre Bindegewebe lockert sich dabei immer mehr und nimmt immer mehr Fett in sich auf, der derbe Theil des Stroma verkleinert

sich, verschwindet aber nicht immer vollständig, weil sich auch bei der Amme im Centrum des Organs noch ein fester Kern auffinden lässt. Da diese Vorgänge nicht gleichzeitig in allen Drüsenpartien fortschreiten, so hat man bei Wöchnerinnen, die kurze Zeit nach der Entbindung sterben, Gelegenheit noch manche Uebergänge in den Bildungsformen der Endbläschen zu beobachten.

Dass die Fettkörperchen, die anatomischen Bestandtheile der Milch aus dem Epithel der Drüsenbläschen hervorgehen, ist nicht zu bezweifeln; es spricht dafür schon der Umstand, dass die zuerst entstehenden Fettblässchen gerade in der Mitte der Epithelmasse auftreten, dann das Vorkommen von kugeligen durch Fettbläschen ausgedehnten Zellen mit Kernen in der Erstlingsmilch (Colostrum); es gelingt aber auch bei Ammen in den Zellen der Acini, nicht nur in den isolirten, sondern auch in eingereihten Zellen Fettbläschen aufzufinden. Ich habe Zellen gefunden, mit mehreren kleinen Fetttröpfchen, andere mit einem Kern, der sich halbmondförmig um einen grösseren Fetttropfen herumgelegt hat. In eingereihten Zellen mit grösseren Fettbläschen zeigt sich das letztere gegen den Hohlraum, der Kern aber gegen die Wand des Acinus gewendet. Hieraus erklärt sich, warum die Wände entleerter Acini häufig genug doch noch mit Fettblasen besetzt erscheinen. Offenbar bersten die so ausgedehnten Epithelzellen und lassen den Fetttropfen austreten. Fraglich ist, ob die Epithelzelle dabei zu Grunde geht und gleich durch eine andere ersetzt wird, oder wiederholt Milchkügelchen zu produciren im Stande ist. Letzteres dürfte das Richtige sein, und stimmt überein mit den Beobachtungen von S. Stricker [1], denen zufolge auch die bereits abgestossenen in der frischen Milch schwimmenden Collostrum-Zellen Fettkügelchen ausstossen.

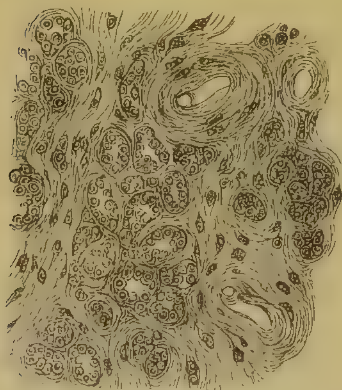


Fig. 209. Endbläschen und Stroma aus der Drüse einer Amme, welche nach einer drei Wochen dauernden Krankheit gestorben ist. Syst. 8.

Die Involution des Parenchyms scheint alsbald wieder zu beginnen, wenn die Drüse nicht länger mehr zum Stillen angehalten wird. Ich habe bei einer Amme, welche nach einer drei Wochen dauernden Krankheit gestorben ist, die Drüsenläppchen bereits geschrumpft und verdichtet und wieder durch breitere, aber fettarme bindegewebige Septa geschieden gefunden. Die Drüsenbläschen sind klein geworden, enthielten keine Fetttröpfchen mehr, die Epithelzellen lagen bald in einem regellosen Haufen, bald an der Wand vertheilt; immerhin aber waren die Gänge bis in die Endbläschen noch für Injectionsmassen wegsam. Die grössten Gänge enthielten eine bräunliche mit Fettbläschen untermischte zähe Substanz. Ganz das gleiche zeigte die Drüse eines Hundes drei Wochen nach dem Puerperium.

Diese Beschaffenheit des Drüsenparenchyms habe ich auch bei einer noch

1) Wiener, akad. Berichte. B. 53. Abth. II. pag. 184.

kräftigen Frau angetroffen, welche bereits vor längerer Zeit geboren hatte; sie dürfte daher als der Ruhezustand des Organs zu betrachten sein. Immerhin aber wäre es möglich, das die Involution in manchen Fällen und manchen Partien der Drüse noch weiter fortschreiten könnte, da ich in der Drüse derselben Frau um einzelne weite Gänge zahlreiche doch kurze Buchtungen eng zusammengedrängt angetroffen habe. Ueberhaupt dürften kleine Endsprossen, darunter auch Acini, wenn sie auf erweiterten Gängen haften, vorausgegangene Puerperien anzeigen. So viel ist sicher, dass sich bei gesunden nicht entkräfteten Frauen auch die Drüsenbläschen conserviren, mitunter in Formen wie bei Jungfrauen, doch fehlen ihnen die hyalinen Hüllen.

Ein vollständiger Schwund der Drüsenbläschen tritt erst in den climacterischen Jahren ein; es fehlt dann aber auch vollständig das derbe fibröse Stroma. Der Drüsenkörper ist collabirt und bildet eine membranartig verdünnte Scheibe, welche an der Brustwarze haftet und beiderseits von Fettlagen eingehüllt ist. In dem Drüsenreste findet sich nur mehr das Gangwerk, welches jedoch noch feine Aestchen enthalten kann, die sich als intralobuläre bezeichnen lassen. Diese letzten Ausläufer des Gangwerkes stellen anscheinend cylindrische blind endigende Fortsätze dar, ohne weitere Anhänge, sind ganz dünnwandig, meist collabirt, im Durchschnitt daher spaltenförmig geöffnet, mit einem niedrigen einschichtigen Wandepithel bekleidet. Die nichts weniger als verengten Gänge werden durch lockeres fadiges Bindegewebe zusammengehalten, in welchem aber auffallend grosse Mengen von elastischem Gewebe zu finden sind; auch kommen darin viele reihenweise zu Schnürchen geordnete Fettzellen vor.



Fig. 210. Aus der Drüse einer 90 Jahre alten Greisin. Enden des Gangwerks, zum Theil in Durchschnitten; das Stroma mit einigen Capillaren und vielen elastischen Fasern. Syst. 8.

Zur Untersuchung des gröberen Gangwerkes verwende man Corrosions- überhaupt Injectionspräparate. Mitunter gelingen die Injectionen jugendlicher Drüsen so gut, dass man auch dieses Gangwerk bis an die letzten Ausläufer verfolgen kann. In Weingeist gehärtete oder in Holzessig gekochte Drüsen eignen sich ganz gut, um die Knospung der jungen Gänge, ihren Bau und das Stroma kennen zu lernen. An Holzessigpräparaten lässt sich auch die Anordnung der Muskulatur und des Papillarkörpers der Brustwarze leicht untersuchen. Instruktive Präparate zur Untersuchung der Epithelien in den Endbläschen liefern Objecte, welche in chromsaurem Kali oder absolutem Alkohol gehärtet sind; Färbung der Lamellen mit Karmin macht die Epithelien auch in ihren feineren Contouren erkennbar, und Hyperosmium-Säure färbt in den Zellen die kleinsten Fetttröpfchen. Die Injektion der Blutgefässe selbst amputirter Drüsen gelingt meistens, wenn man sich des Hering'schen Apparats und leicht flüssiger Injektionsstoffe bedient.

Literatur.

Rudolfi, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abhdl. der Berliner Akad. 1831.

Cooper, A., Anatomy of the breast. 1839.

Langer, C., Ueber den Bau und die Entwickelung der Milchdrüse, in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1851.

Luschka, H., zur Anat. der männlichen Brustdrüse. Müller's Archiv 1852.

Billroth, Th., Untersuchungen über den feineren Bau und Entwicklung der Brustdrüsengeschwülste. Virchow's Archiv 1860.

Gruber, W., Ueber die männliche Brustdrüse in den Mémoires der Petersburger Akad. 1866; wo sich die bekannten Fälle von Gynaecomastie vollzählig verzeichnet finden.

Capitel XXIX.

Die äusseren männlichen und weiblichen Genitalien sammt drüsigen Anhängen.

Von

E. Klein.

A) Männliche.

I. Vas deferens. Das Vas deferens ist ein an Muskelfasern reiches Gebilde, das den Ausführungsgängen der grösseren drüsigen Gebilde in vielen Stücken gleicht. Es besteht aus einer Schleimhaut, einer Muskelhaut, und einer äusseren lockeren Bindegewebshülle — Adventitia.

Die Schleimhaut ist an ihrer inneren Oberfläche mit einem Epithelium bekleidet, das beim Erwachsenen und noch mehr beim neugebornen Kinde manchen Veränderungen unterliegt. Im Anfangstheile des Vas deferens vom Erwachsenen ist es zumeist ein einschichtiges flimmerndes Cylinderepithel. Die einzelnen Zellen sind theils kegelförmig, theils cylindrisch, etwa 0,03 Mm. lang und besitzen je einen rundlichen oder oblongen Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Seltener finden sich hier zwischen den kegelförmigen Zellen noch spindelige eingeschoben, so dass ein geschichtetes Cylinderepithel entsteht. Die kegelförmigen Zellen sind sowohl dort, wo das Epithel einschichtig, als wo es geschichtet ist, mit sehr kurzen feinen Cilien besetzt.

Die Grenze, an welcher die obersten Zellen ihre Flimmerhaare verlieren, ist verschieden; sie ist nicht für die ganze Peripherie dieselbe und sind die flimmernden Zellen nach meinen Erfahrungen in der Entfernung von 4 Cm. über dem Nebenhoden gewiss nirgends mehr zu finden.

Beim Erwachsenen bleibt sich das Epithel im weiteren Verlaufe ziemlich gleich, nur ist an sehr vielen Zellen ein gestreifter Basalsaum deutlich zu erkennen. Beim Kinde besteht eine grosse Differenz zwischen dem Epithel des extra- und intraabdominalen Theiles des vas deferens. In jenem ist das Epithel zumeist geschichtet, und zwar, in der Weise, dass auf eine oberflächliche aus kurzen cylindrischen Zellen gebildete Lage noch eine oder zwei Schichten polyedrischer und rundlicher Zellen folgen. Alle Zellen, sowohl

die obersten, als auch die tieferen besitzen je einen relativ grossen zumeist rundlichen Kern. In dem Theile des Vas deferens jedoch, der in der Bauchhöhle gelegen ist, ist die Formation des Epithels der des Erwachsenen ähnlich; hier finden sich schöne langgestreckte kegelförmige und cylindrische Zellen mit Stäbchensaum. Die Zellen sind entweder in einfacher Lage angeordnet oder, was häufiger ist, es schieben sich von aussen her noch spindelige Zellen ein. Die Dicke des Epithels beträgt beim Neugeborenen in dem ausserhalb der Bauchhöhle gelegenen Stücke fast 0,02 Mm., in dem innerhalb der Bauchhöhle gelegenen 0,03 Mm. Gegen die Ampullen des Vas deferens nimmt das Epithel in seiner Stärke nur wenig zu.

Die auf das Epithel folgende Mucosa ist in zwei bis drei longitudinale Falten gelegt, welche in der Ampulle und ihrer Umgebung eine besondere Höhe erreichen und auch zahlreicher vorhanden sind. Hier werden sie noch durch einzelne quere Fältchen mit einander verbunden, so dass grubige Vertiefungen zu Stande kommen, die von einzelnen Forschern (Henle, Leydig) als Drüsen beschrieben werden. Die Elemente der mucosa sind Bindegewebe und elastische Fasern. Ersteres besteht aus sich durchkreuzenden Faserbündeln, die im äusseren Theile der mucosa praevalirend horizontal verlaufen und sich gegen das Epithel in schiefer Richtung theils nach auf-, theils nach abwärts verlieren.

Die elastischen Fasern bilden ziemlich dichte Netze, welche ebenso, wie die Bindegewebsbündel der Mucosa nach aussen mit den Septis der Muskelbündel und durch diese Septa noch weiter mit der lockeren Adventitia zusammenhängen.

Die Dicke der Schleimhautschichte hängt von der Dicke der Muskelhaut ab, zu welcher sie im umgekehrten Verhältnisse steht. Diese letztere ist nämlich, mit Ausnahme des Anfangstheiles des Vas deferens überwiegend nur in zwei auf einander senkrechten Lagen angeordnet, — einer inneren circulären und einer äusseren longitudinalen Muskelschichte. Beide bestehen nur aus glatten Muskelfasern. Am Anfangstheile jedoch bis auf eine Entfernung von 2 Cm. vom Nebenhoden findet sich noch constant eine innere longitudinale Schichte; sonst ist diese nur durch einzelne innerhalb der circulären Schichte liegende Bündel vertreten.

Beim Erwachsenen beträgt die Dicke dieser inneren longitudinalen Schichte 0,06 bis 0,1 Mm. Die Dicke der mittleren circulären Schichte nimmt vom Anfange des Vas deferens gegen die Ampulle allmählich ab.

An der Ampulle erreicht sie wieder die frühere Stärke. Auch die äussere Muskelschichte ist am Anfangstheile stärker als im weiteren Verlaufe; sie beträgt hier ungefähr 0,5 Mm. Schwächer als beim Erwachsenen sind die Muskelschichten beim neugeborenen Kinde. Uebrigens dringen überall, wo noch eine innere, longitudinale Schichte vorhanden ist, zerstreute Bündelchen glatter Muskelfasern in schiefer und longitudinaler Richtung in die Mucosa ein und sind solche noch ganz nahe unter dem Epithel anzutreffen. Ausserdem

durchkreuzen sich die äussersten Bündel der circulären Schichte mit den Bündeln der longitudinalen Schichte an vielen Stellen; besonders ausgesprochen ist dieses Verhältniss an der Ampulle und dem angrenzenden Theile. Hier dringen viele Bündel der äusseren longitudinalen Schichte zwischen die der circulären ein, um nach einem schiefen Verlaufe in der letzteren zu endigen.

In der Adventitia des Vas deferens liegen nach der einen Seite fast in einem Halbkreise grössere und kleinere, näher oder weiter von einander entfernte Bündel longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern, welche von Henle als Cremaster internus bezeichnet werden. Diese Muskelbündel liegen an vielen Stellen der äusseren Muskelschichte des Vas deferens ganz dicht an, so dass an eine Trennung beider nicht zu denken ist.

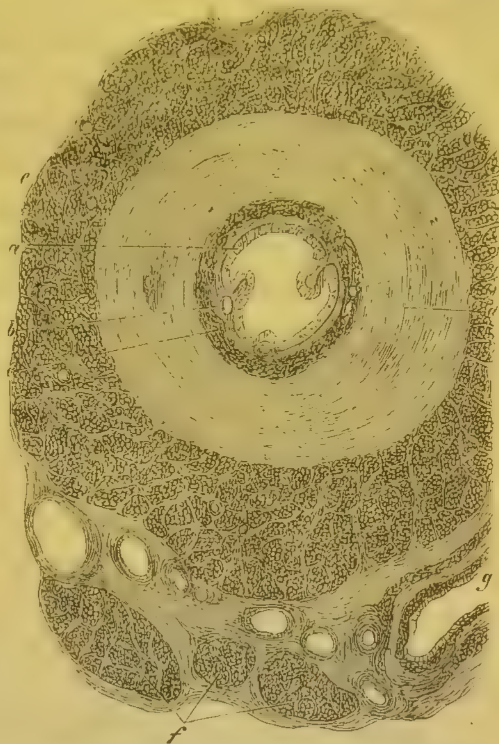


Fig. 211. Querschnitt durch den Anfangstheil des Vas deferens vom Erwachsenen. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* innere, *d* mittlere, *e* äussere Muskelschichte; *f* Bündel des Cremaster internus; *g* ein venöses Gefäss mit Muskeln in der Wand. Vergrösserung: Hartnak Obj. System 2, Ocular 3.

Am stärksten entwickelt ist der Cremaster internus am Anfangstheile des Vas deferens und nimmt von hier angefangen bis zu dem Eintritte desselben in die Bauchhöhle fortwährend an Dicke ab, an Ausbreitungsareale jedoch zu, indem man vereinzelte Bündel longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern an der ganzen Peripherie in der Adventitia auffinden kann.

Die Nervenstämme bilden einen ziemlich dichten Plexus — Plexus spermaticus — welcher in der Adventitia an der dem Cremaster internus abgewendeten Seite gelegen ist. Die Nervenfasern, aus denen die Stämme bestehen, sind durchgehends markhaltig. Die Scheide schickt gewöhnlich gegen das Innere des Nervenstammes Bindegewebsbalken, welche die Nervenfasern zu zwei oder drei Bündeln abtrennen. Es entsprechen diese Bündel vielleicht nur den verschiedenartigen Quellen, aus welchen die Nervenstämme ihre Fasern beziehen, indem bekanntlich die in den Plexus spermaticus eingehenden Nerven aus den Nervi spermatici und dem Nervus sympathicus herkommen. Aus dem Plexus spermaticus treten einzelne kleinere Nervenstämme ab, dringen in die Muskelschichten und in die Mucosa des Vas deferens ein, allwo sie als markhaltige Fasern zu verfolgen sind.

In den oberen Theilen des Vas deferens finden sich sowohl in den Nervenstämmen des Plexus spermaticus, als auch in den weiter nach aussen gelegenen ganz vereinzelt verlaufenden Nervenstämmen kleine Ganglienzellen

eingestreut. In der Nähe der Ampullen finden sich jedoch bereits vollkommene Ganglienknoten. Diese letzteren sind rundlich oder oblong und besitzen einen Durchmesser von etwa 0,35 Mm.

Die Scheide des Ganglienknotens besteht aus gewöhnlichem fibrillären Bindegewebe mit eingestreuten Spindelzellen. Von der Peripherie her dringen in das Innere des Knotens einzelne Fasern ein, welche mit einem durch den Knoten ausgespannten Zellennetze in Verbindung stehen. Die Ganglienzellen, die sich in dem Knoten befinden, sind klein, mit zwei und mehreren Fortsätzen versehen und besitzen einen relativ grossen scharf begrenzten hellen Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Jede Ganglienzelle liegt in einer kernhaltigen Kapsel, welche ebenso wie an anderen Orten als bindegewebige Hülle auf die mit den Ganglienzellen in Verbindung stehenden Nervenfasern sich fortsetzt.

Das erwähnte netzförmige Gefüge im Inneren des Ganglions trägt nur beim neugeborenen Kinde deutliche kernhaltige granulirte Zellen in seinen Knotenpunkten.

An der Ampulle selbst und im weiteren Verlaufe des Vas deferens finden sich in den Ganglienknoten neben kleinen 0,0014 Mm. im Durchmesser haltenden auch zahlreiche 0,03 Mm. grosse Ganglienzellen. Beide Formen besitzen eine kernhaltige Kapsel.

Nach aussen von den zumeist nur an einer Seite des Vas deferens gelegenen Nervenplexus findet sich das unter dem Namen des Plexus pampiniformis bekannte Venengeflecht, sowie einzelne kleinere arterielle Gefässstämme. Dieses Gefässsystem hängt mit den eigentlichen Gefässen des Vas deferens zusammen und sind besonders die reichen Capillarmaschen der Muskelhaut als auch die subepithelialen Netze der Mucosa erwähnenswerth.

An den kleineren Venen des Plexus pampiniformis ist die Dicke der Wände auffällig, ferner ihre deutliche Sonderung in drei Schichten: in eine innere, elastische Fasern und vereinzelte longitudinal verlaufende Muskelbündel enthaltende, dann eine mittlere, zumeist aus circulären Muskeln bestehende Schichte und endlich eine äussere lockere, longitudinale Muskelbündel enthaltende Adventitia.

Noch weiter nach aussen an der dem Cremaster internus abgewendeten Seite trifft man im Samenstrange kleinere zu einer Schichte zusammenhängende longitudinal verlaufende glatte Muskelfasern an, die man füglich unter dem Namen Cremaster medius zusammenfassen könnte. Der Samenstrang ist reich an dünnwandigen weiten Lymphgefässen; sie bilden deutliche Plexus in der Gefäss- und Nervenschichte und lassen sich einzelne Lymphgefässe auch noch ganz nahe bei der Muscularis des Vas deferens erkennen.

Ausser den erwähnten Gebilden liegt im Anfangstheile des Samenstranges der unter dem Namen Parepididymis oder Giraldés'sches Organ bekannte Körper, der nur aus Schläuchen zusammengesetzt ist. Die Schläuche sind mit einem Cylinderepithel ausgekleidet, welches sich in nichts von dem des Vas

deferens unterscheidet. Die darauf folgende Schleimhaut ist locker, sehr faltenreich, welche Falten an einzelnen Stellen drüsenartigen Einstülpungen gleichen. In der Schleimhaut finden sich auch hier zu Maschen vereinigte Bindegewebsbündel und elastische Fasern. Allenthalben trifft man auf kleinere Bündel circulär verlaufender glatter Muskelfasern.

Die Schleimhaut wird aussen von einem ziemlich dichten Venengeflechte umgeben.

Das Vas deferens findet sich bei allen Säugern, Vögeln, beschuppten Reptilien und Selachiern, und enthält immer eine deutliche Musculatur. Nach Leydig ist das Vas deferens der Säugethiere an dem unteren erweiterten Ende — Ampulle — drüsenreich, das Vas deferens der Vögel, Saurier und Schlangen entbehrt der Drüsen vollkommen. Als Drüsen werden bei obigen Thieren wahrscheinlich dieselben grubigen Vertiefungen der Schleimhaut wie beim Menschen aufgefasst. Der gemeinsame Harnsamengang der Batrachier enthält in seinem unteren Theile ebenfalls glatte Muskelfasern (Leydig).

II. Vesiculae seminales. An den Samenbläschen finden sich mit einigen Modificationen fast alle Theile wieder, die wir am Vas deferens kennen gelernt haben. Die Schleimhaut ist in zahlreiche, ungleich hohe Falten gelegt, welche Falten nicht immer der Längsachse nach verlaufen, sondern stellenweise auch quer vorspringende Leisten vorstellen. Dadurch kommen die von Henle als Drüsen bezeichneten grubigen Vertiefungen zu Stande. Das Epithel ist ebenso wie am Vas deferens ein cylindrisches; die einzelnen kegelförmigen oder cylindrischen Zellen sind mit einem deutlichen Stäbchensaume versehen, der besonders beim neugeborenen Kinde kurzen feinen Cilien vollkommen ähnlich sieht.

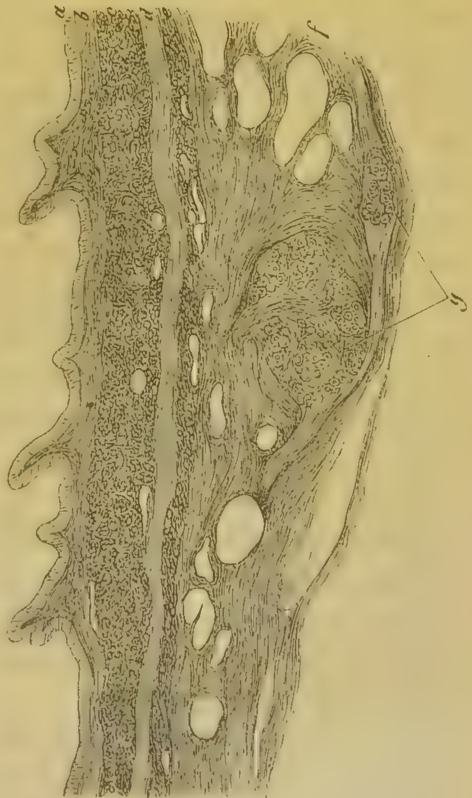


Fig. 212. Querschnitt durch die Wand eines Samenbläschens vom Kinde. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* innere, *d* mittlere, *e* äussere Muskelschichte; *f* Adventitia; *g* Ganglien. Vergrösserung: Hartnak Obj. System 4, Ocular 3.

Die Dicke der Schleimhaut beträgt 0,04 Mm., in dieselbe dringen überall, selbst bis in die Falten einzelne kleinere Muskelbündelchen ein.

Die Muscularis besteht meistens aus drei Schichten, einer inneren longitudinalen, einer mittleren circulären und einer äusseren longitudinal verlaufenden Schichte. Die innere ist die stärkste; die mittlere und äussere sind nahezu gleich dick. Beim neugeborenen Kinde beträgt die Dicke der inneren und mittleren Schichte 0,12 Mm., die der äusseren 0,03 Mm. Ausser-

halb der Muscularis findet sich auch hier eine an Gefäss- und Nervenplexus reiche Adventitia. Die in dem Nervenplexus eingeschalteten Ganglienknoten erreichen an den Vesiculae seminales ihre grösste Ausbildung, sie enthalten neben zahlreichen grossen einkernigen, zuweilen auch zweikernige Ganglienzellen. Die Samenblasen der Säugethiere sind nach Leydig drüsige Apparate; sie besitzen nach demselben entweder dicht stehende traubige Drüsen oder sind nach dem Typus einer einzigen traubigen Drüse gebaut.

III. Ductus ejaculatorii. An diesen unterscheidet man ein 0,014 Mm. hohes Cylinderepithel, welches im Anfangstheile einschichtig ist. Je näher die Ductus ejaculatorii der Vesicula prostatica kommen, desto rascher geht das erwähnte cylindrische Epithel in ein Uebergangsepithel über; man findet nämlich unterhalb einer oberflächlichen, aus kurzen cylindrischen oder keulenförmigen Zellen bestehenden Lage noch kleinere, fast polyëdrische oder wenig in die Länge gezogene Zellen. In die Mündung der Ductus ejaculatorii setzt sich das geschichtete Pflasterepithel der Vesicula prostatica eine kurze Strecke fort. Die Oberfläche der Schleimhaut ist auch hier uneben, mit longitudinalen und quer vorspringenden Falten besetzt; diese letzteren nehmen bis nahe zur Mündung der Ductus ejaculatorii an Zahl und Grösse zu. Die Schleimhaut ist 0,06 Mm. dick und besteht aus Bindegewebe, das praevalirend als ein zur Längsachse parallel gestelltes Maschenwerk angeordnet ist. In der Schleimhaut finden sich der Längsachse parallel verlaufende aus glatten Muskelfasern zusammengesetzte Bündel. Nach aussen von der Schleimhaut liegt eine circuläre Muskelschichte von 0,66 Mm. Dicke. Diese letztere setzt sich über die Ductus ejaculatorii hinaus in die weiter unten zu erwähnende circuläre Muskellage der Vesicula prostatica fort.

IV. Prostata. An der Prostata unterscheiden wir dem Baue nach zwei ganz verschiedene Bestandtheile: Drüsensubstanz und Musculatur; letztere bildet, wie Kölliker nachgewiesen hat, das eigentliche Stroma der Prostata, indem das Bindegewebe nur als ganz dünne Balken die Septa der Muskeln, sowie die Stütze der Gefässe und Nerven vorstellt, welche von aussen her in das Innere der Prostata eindringen. Nach aussen besitzt die Prostata eine bindegewebige Hülle, welche mit den Sehnen der an die Hülle angrenzenden glatten Muskelzüge in directer Verbindung steht. Diese letzteren verlaufen circulär oder schief; dazwischen kommen auch einzelne longitudinal verlaufende Muskelbündel vor. Diese Muskelmassen bilden die eigentliche Rindensubstanz der Prostata. Von der musculösen Rinde dringen allerwärts mächtige Balken glatter Muskelfasern in das Innere vor, kreuzen sich auf diesem Wege vielfach, und bilden dadurch Maschenräume, in welche die Drüsensubstanz eingebettet ist. Die Dicke der erwähnten musculösen Rinde ist verschieden an dem vor der Urethra gelegenen Abschnitte der Prostata und dem hinter derselben befindlichen; sie ist an letzterem ferner verschieden, am oberen, mittleren und unteren Theile; während nämlich der vor der Urethra gelegene Theil fast nur aus Rindensubstanz, das ist, hauptsächlich aus Mus-

keln besteht, ist an der hinteren Peripherie der Prostata die Rinde in den oberen Abschnitten mächtiger als in den mittleren und hier wieder mächtiger als in den unteren Partien. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Drüsensubstanz am stärksten in den unteren Abschnitten des hinter der Urethra gelegenen Theiles der Prostata, an dem vor der Urethra gelegenem Theile jedoch nur spärlich vertreten ist. Die Anordnung der Drüsensubstanz hängt mit den in dieselbe eindringenden Muskelbalken innig zusammen. An dem unteren Abschnitte des hinter der Urethra gelegenen Theiles bilden die Muskelzüge ein lockeres, weitmaschiges Gefüge; und dadurch erhält dieser Abschnitt der Prostata das Ansehen einer mehr spongiösen Masse. An dem mittleren Abschnitte bilden die Muskelzüge einen förmlichen Mantel, der die centrale, gleichmässig dichte, halbkugelige Drüsenmasse einhüllt, und erst von dieser Muskelrinde dringen zierliche Bündelchen zwischen die Drüsen der centralen Masse ein. Am oberen Abschnitte endlich sind die Muskelzüge ganz ungleichmässig und unregelmässig vertheilt. Daraus folgt also, dass wir an dem hinter der Urethra gelegenen Theile der Prostata eine obere compactere, eine mittlere gleichmässige, beim Erwachsenen 6,6 Mm. im Durchmesser betragende, und eine untere spongiöse Drüsensubstanz vorfinden.

Was nun den Bau der Drüsen betrifft, so haben wir es hier mit sogenannten acinösen Drüsen zu thun: ein von einer structurlosen Membran begrenzter Drüsengang theilt sich nach einem wenig geschlängelten Verlaufe in zwei oder mehrere Schläuche, welche mit lateralen und terminalen längeren oder kürzeren, zuweilen kugeligen oder ovoiden Ausbuchtungen versehen sind. Immer bleibt die Wand structurlos.

In der centralen Drüsenmasse sind die in den Hauptausführungsgang einmündenden Drüsenschläuche mit halbkugeligen Ausbuchtungen — acinis — besetzt. An dem unteren Abschnitte finden sich fast nur stark geschlängelte Schläuche, die sich mehrfach theilen, zahlreiche grosse Anschwellungen zeigen und in ihren letzten Enden ausserordentlich stark gewunden verlaufen.

Das Epithel, womit die Drüsenblasen und Drüsengänge ausgekleidet sind, ist im Allgemeinen ein einschichtiges Cylinderepithel von 0,026 Mm. Höhe, doch giebt es auch Stellen, z. B. in der spongiösen unteren Drüsenmasse, wo das Epithel kürzer, kubisch ist; im letzteren Falle ist noch eine Reihe kleiner, rundlicher Zellen in der Tiefe vorhanden.

Die einzelnen Zellen sind cylindrisch oder kegelförmig, der Kern der Zellen ist rundlich und liegt fast ausnahmslos im äusseren Drittel der Zelle. An den kleineren Ausführungsgängen ist unter der oberen Zellenlage stellenweise noch eine Schichte kleiner, rundlicher Zellen mit relativ grossem Kerne vorhanden; auch spindelige Zellen kommen zwischen den äusseren Enden der oberflächlichsten Zellenlage eingeschoben vor. Besonders an diesen spindeligen Zellen lässt sich ein directer Zusammenhang des einen Zellfortsatzes mit angrenzenden Gewebstheilen nachweisen.

Je mehr die Drüsenausführungsgänge ihrer Mündung zueilen, desto enger werden sie und desto mehr ändert sich das cylindrische Epithel. In die 0,31 Mm. breiten Ausführungsgänge der centralen Drüsenmasse, welche fast ausschliesslich an der Basis des Colliculus seminalis münden, setzt sich das Uebergangsepithel der Urethra eine Strecke weit fort, zuweilen ist das Epithel

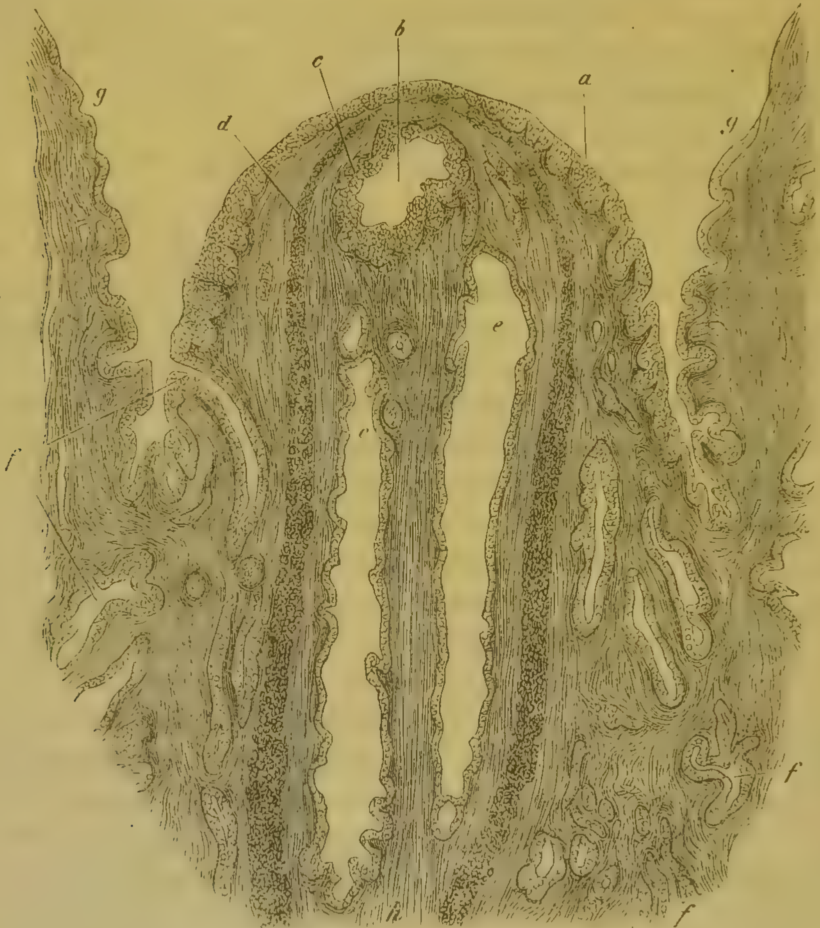


Fig. 213. Querschnitt durch den Colliculus seminalis eines Kindes. *a* Epithel der Oberfläche; *b* Vesicula prostatica; *c* Epithel derselben; *d* Muskeln; *e* Ductus ejaculatorii; *f* Ausführungsgänge der Prostatadrüsen; *g* obere Wand der Urethra; *h* senkrechte Muskeln. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System No. 2, Ocular 3.

dieser Ausführungsgänge an der 0,13 Mm. breiten Mündung oder selbst stellenweise in der Nähe der Mündungen deutlich geschichtetes Pflasterepithel. Die Ausführungsgänge der sehr wenigen vor der Urethra gelegenen Prostatadrüsen, sowie die Ausführungsgänge der hinter der Urethra gelegenen oberen und unteren, zumeist an der seitlichen Urethralwand ausmündenden Prostatadrüsen sind in ihrem Mündungstheile mit geschichtetem Pflasterepithel, nicht selten auch mit geschichtetem Uebergangsepithel ausgekleidet.

Quergestreifte Muskeln kommen als zusammenhängende Züge innerhalb der quergestreiften Fasern des Sphincter Urethrae auch an der Prostata vor.

Henle beschrieb solche circulär verlaufende Züge an dem obersten vor der Urethra gelegenen Abschnitte; sie erstrecken sich jedoch auch in der Rindensubstanz dieses Abschnittes, wie Kölliker gezeigt hat, weiter nach abwärts. In der Rindenschichte des hinter der Urethra gelegenen Abschnittes finden sich ebenfalls Bündel quergestreifter Muskelfasern; sie sind vorzüglich am oberen Theile zu finden, wo sie mit den Balken glatter Muskelfasern zwischen Drüsensubstanz in die Tiefe dringen.

Gefässe und Nerven bilden in der lockeren fetthaltigen bindegewebigen Adventitia, besonders in den hinteren Partien der Prostata dichte Netze.

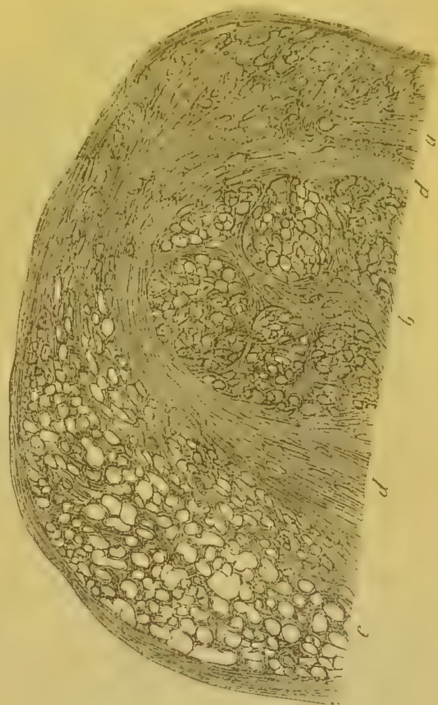


Fig. 214 *A*. Längsschnitt durch den hinter der Urethra gelegenen Theil der Prostata vom Erwachsenen. *a* compacte, *b* centrale, *c* spongiöse Drüsensubstanz; *d* Muskelscheide des centralen Theiles. Vergrösserung 3/1.

Von den die Prostata umspinnenden Gefässen dringen grössere Stämme in das Innere vor, und bilden hier in der Umgebung der Drüsen ein weitmaschiges Capillarsystem. Grössere arterielle Gefässe gelangen am Colliculus seminalis, selbst bis in die Nähe der Urethra, wo sie capillar zerfallen; die aus diesen Capillaren hervorgehenden Venen stehen mit den Venen der Urethra in Verbindung. Die Nerven umstricken als markhaltige Fasern führende Stämme die Rinde der Prostata; sie enthalten auch hier zahlreiche grosse Ganglienzellen eingestreut oder stehen mit ovalen Ganglienknoten in Verbindung. Diese letzteren sind weniger zahlreich als an den Vesiculae seminales; ihr Durchmesser beträgt 0,53 Mm. Zur Seite der Prostata sah schon J. Müller Ganglien an den sympathischen Nerven.

Auch Pacinische Körperchen findet man in der Rinde der Prostata. Im inneren derselben verlaufen sehr zahlreiche kleinere Stämme markhaltiger Fasern, welche Stämme allenthalben Netze bilden. Besonders zahlreiche Nervenstämme verlaufen senkrecht zwischen dem Sphincter urethrae und den circulären quergestreiften Muskelfasern der Rindenschichte, wo sie bis an die Urethra aufsteigen. Sie enthalten zwischen ihren Fasern Ganglienzellen kettenförmig eingestreut.

In vielen Drüsengängen und Drüsenblasen finden sich gelbliche oder bräunlich gefärbte Schollen, welche als Sekret der Drüsenepithelien aufzufassen sind: ihre Bildung kann ganz genau hier in derselben Weise verfolgt werden, wie an der Schilddrüse. Sowohl in der Rinde als auch in der Drüsensubstanz finden sich gelbe und braune Pigmentschollen und spindelige Zellen, welche Pigmentkörnchen führen.

In dem oberen hinteren Abschnitte der Prostata befindet sich ein eigenthümliches Organ. Es scheint dieses ein grosser Gang zu sein, dessen Wand derjenigen

einer Arterie ähnlich ist; sie besteht nämlich aus einer inneren longitudinalen, einer mittleren circulären und einer äusseren longitudinalen Schichte. Die mittlere Schichte besteht zumeist aus glatten Muskelfasern, die innere und äussere nur zum Theil aus solchen. Das Innere dieses Gebildes ist erfüllt von zahlreichen kleinen Gefässnetzen, Pigmentschollen und Balken glatter Muskelfasern.



Fig. 214 *B*. Durchschnitt durch centrale Drüsensubstanz der Prostata vom Erwachsenen. Vergrösserung: Hartnack Obj. System 5. Ocular 3.

Die Prostata kommt allen Säugethieren zu, bei Vögeln ist aber kein Analogon derselben bekannt; bei den geschwänzten Batrachiern dürften die in die Cloake mündenden und während der Begattungszeit anschwellenden Becken- und Afterdrüsen der Prostata und den Cowperschen Drüsen entsprechen. In der Cloake der Saurier sind ähnliche Organe vorhanden. Bei Fischen kommen Agglomerate von Bläschen vor, die mit dem Vas deferens durch Canäle in Verbindung stehen (Leydig).

IV. Colliculus seminalis. Der Colliculus seminalis ist bedeckt mit einem schönen geschichteten Pflasterepithel. Es ist dies zugleich das Epithel der unteren Wand der Urethra. Die Dicke dieses Epithels ist an der Basis des Colliculus bedeutend stärker als an der Kuppe. An ersterer beträgt sie 0,34 Mm., an letzterer nur das Drittel davon; zugleich ragen an der Basis schöne kegelförmige, oben etwas aufgetriebene, gefässhaltige Papillen in das Epithel hinein, welche Papillen gegen die Kuppe an Höhe allmählich abnehmen und an letzterer fast gar nicht mehr angetroffen werden.

Auch die Vesicula prostatica ist mit einem geschichteten Pflasterepithel ausgekleidet, in welches ebenfalls kleine kegelförmige Papillen hineinragen. Sowohl am Colliculus als auch in die Vesicula münden kurze getheilte und geschlängelt verlaufende Drüschen, in welche sich das geschichtete Pflasterepithel hinein fortsetzt.

Die Vesicula prostatica ist von spärlichem gefässhaltigem Bindegewebe, sowie von zahlreichen Muskelfasern umgeben. Letztere stehen im Zusammenhang mit den glatten Muskelfasern, welche aus der Tiefe der Prostata heraufdringen, sowie mit denen, welche in der Wand der Ductus ejaculatorii vorhanden sind. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die der Vesicula prostatica zunächst gelegenen Bündel in schiefer Richtung sich durchkreuzen.

Auf diese schiefen Fasern folgt eine Lage circulär verlaufender, welche als directe Fortsetzung der äusseren circulären Muskellage der Ductus ejaculatorii anzusehen ist. Diese circuläre Hülle der Vesicula prostatica ist am schwächsten entwickelt in der Nähe des Epithels des Colliculus seminalis.

V. Urethra. Das Epithel der Urethra ist an der unteren Wand der Wurzel, der Pars prostatica und Membranacea ein geschichtetes Pflasterepithel;

an den Seiten und an der oberen Wand dieser Theile ist es grösstentheils ein geschichtetes Uebergangsepithel, in welchem einzelne kleinere Inseln geschichteten Pflasterepithels vorkommen.

Dieses Uebergangsepithel ist jedoch hier in der Weise abweichend, dass in den mittleren Lagen keulenförmige Zellen, in den oberen theils pflasterförmige, theils keulenförmige Zellen angetroffen werden. Die Dicke des Epithels beträgt ungefähr 0,09—0,1 Mm., sie ist zugleich an der oberen Wand etwas schwächer als an der unteren.

Die Schleimhaut, deren Dicke zur darauf folgenden Muskelhaut im umgekehrten Verhältnisse steht und im Mittel 0,36—0,45 Mm. beträgt, ist beim Kinde anders gebaut als beim Erwachsenen.

Beim Kinde bestehen sowohl die Schleimhaut, als auch die mit ihr verbundenen Septa der Muskelhaut aus einem sehr zierlichen, gleichmässigen Netzwerke, in dessen Knotenpunkten man beim Neugebornen an zahlreichen Stellen deutliche Zellen mit Kernen findet, welche durch dicke, kurze Fortsätze mit einander zusammenhängen und überall mit der Adventitia der gröberen und feineren Gefässe in Verbindung stehen. Daneben finden sich in diesem Netzwerke solche Balken, die ein Bündel feiner Bindegewebsfibrillen darstellen, so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass aus den Zellfortsätzen dieser adenoïden Netze durch fibrillären Zerfall Bindegewebsbündel hervorgehen. In der That finden sich beim Erwachsenen nur Maschenwerke sich kreuzender Bindegewebsbündel nebst Netzen elastischer Fasern vor.

Von der Oberfläche der Schleimhaut ragen in das Epithel zahlreiche, kleine, kegelförmige Papillen hinein; sie sind kürzer und seltener an der oberen und seitlichen Wand als an der unteren.

In der Schleimhaut sind ferner Drüsen anzutreffen. Es sind dies verzweigte Schläuche, welche mit zwei oder mehreren Ausbuchtungen versehen sind. Sie sind von einer structurlosen Wand begrenzt; an den Ausbuchtungen und an dem in den tieferen Theilen der Schleimhaut liegenden Abschnitte sind die Schläuche mit einschichtigem, schönem Cylinderepithel, weiter gegen die Mündung zu mit geschichtetem Uebergangs- und an der Mündung selbst mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet.

Diese Drüsen — Littre'sche Drüsen der Harnröhre — finden sich sowohl in der Pars prostatica — untere und seitliche Wand — als auch in der Pars membranacea, hier sind sie an der ganzen Peripherie in vereinzelten Exemplaren auf verschiedene Tiefen in die Schleimhaut eingesenkt, und zwar theils zwischen die grossen venösen Geflechte und hier von glatten Muskeln umzogen, theils auch bis in die Muskelhaut hineinreichend.

Die Muscularis ist an der Wurzel der Urethra in zwei Schichten angeordnet: in eine innere circuläre und in eine äussere longitudinale Schichte glatter Fasern.

An der unteren Wand besteht die circuläre Schichte fast nur aus kleinen, durch zahlreiches Bindegewebe von einander getrennten Bündeln, die Dicke dieser Schichte misst beim Kinde 1,3—1,6 Mm. Die äussere Schichte ist etwas schwächer und ebenso nur aus kleineren Bündelchen bestehend. Beide Schichten hängen mit einander durch schief verlaufende und sich kreuzende Bündel zusammen.

Gegen die obere Wand dieses Abschnittes der Urethra wird sowohl die innere als auch die äussere Muscularis etwas zusammenhängender; ihre ündel werden grösser und treten sich so näher. In der ganzen Peripherie dringen jedoch kleinere Bündelchen in schiefer Richtung in die Mucosa ein, wo sie sich in einzelne Fasern auflösen, und bis an das Epithel zu verfolgen sind.

An der Pars prostatica steht die Musculatur der Urethra mit der der Prostata in innigem Zusammenhange; sie sind als zumeist longitudinal verlaufende Bündel glatter Fasern, die der Schleimhaut zunächst liegen, zu erkennen.

An der Pars membranacea lässt sich nur eine der Schleimhaut angrenzende circa 0,58 Mm. dicke, zusammenhängende, longitudinale Muskelschichte auffinden, von der sich zahlreiche Bündel in schiefer Richtung ablösen, um in die Schleimhaut einzudringen.

Die grossen Gefäss- und Nervenstämme liegen ausserhalb der Muscularis; die arteriellen Gefässe dringen, nachdem sie die zahlreichen Aeste für die Muscularis abgegeben haben, in die Schleimhaut ein, wo sie in den Papillen als einfache und doppelte Capillarschlingen in die subepithelialen venösen Anfänge übergehen. Diese bilden, rasch an Grösse zunehmend und durch zahlreiche Anastomosen unter einander communicirend, ein der Schleimhaut angehöriges venöses Geflecht mit prävalirend longitudinalem Verlaufe.

Zwischen diesen grossen Venen ziehen Muskelstränge aus der Muscularis in die Schleimhaut ein. Die Dicke dieser Venennetze nimmt gegen das vordere Ende der Pars membranacea allmählich zu.

Auf ihrem Wege nach aussen nehmen diese venösen Gefässe wieder an Stärke und Zahl ab, oder mit anderen Worten, von diesem Venennetze dringen kleinere venöse Gefässe nach aussen, welche bei ihrem Durchtritte durch die Muscularis die Venen dieser letzteren aufnehmen.

Es ist hieraus ganz klar, dass bei einem gesteigerten Blutzuflusse zu den Arterien der Urethra dieser Abschnitte der Abfluss des Blutes nicht in demselben Maasse durch die abführenden Venen statthaben kann und sich das Plus des Blutes in den grossen Venennetzen der Mucosa wird stauen müssen. Daraus geht ferner hervor, dass das oben bezeichnete Venennetz der Schleimhaut ein Schwellnetz ist, und dass man mit Henle für

diese Abschnitte der Urethra ebenfalls einen, wenn auch nur schwach entwickelten Schwellkörper annehmen kann.

Die Nerven zeigen hier ähnliche Verhältnisse, wie wir sie an den früheren Theilen kennen lernten. In den aus markhaltigen Fasern bestehenden Stämmen, welche ausserhalb der Muscularis verlaufen, finden sich ebenfalls Ganglienknoten eingelagert.

Lovén fand Ganglienzellen und Ganglienknoten: 1. an der hinteren Fläche der Pars membranacea urethrae, 2. in dem dichten Bindegewebe am hinteren Theile des Bulbus und 3. in den Netzen, welche die lateralen Bündel der Nervi erigentes um die Gefässe an der Seite des Bulbus bilden.

Bevor das Corpus cavernosum urethrae zum Bulbus anschwillt, dort wo die Crura penis schon nahe der Urethra angelangt sind, aber noch unterhalb derselben liegen, schiebt sich zwischen den beiden Ischiocavernosis und den Perinealmuskeln von unten her eine aus glatten Muskelfasern bestehende, longitudinal verlaufende Masse ein, welche aus grösseren und kleineren Bündeln besteht und auf ein im Durchschnitte kreisförmiges Areale von 2,25 Mm. Durchmesser vertheilt sind.

Die Bündel liegen gegen das Centrum der Masse dichter als gegen die Peripherie. An der oberen, der Urethra zugekehrten Peripherie finden sich auch schief oder fast circulär verlaufende Bündel. An diese Muskelmasse reiht sich direct eine zusammenhängende, aus longitudinal verlaufenden Bündeln bestehende Schichte glatter Muskelfasern, welche zwischen den Cowper'schen Drüsen und ihren Ausführungsgängen, resp. den Schenkeln des Penis gelegen ist. Von den Ausführungsgängen der Cowper'schen Drüsen wird diese Muskelmasse nur durch eine Schichte glatter Muskelfasern getrennt, welche mit der Längsaxe der genannten Gänge parallel verlaufen. — Die Dicke dieser Muskelschichte zwischen den Cowper'schen Drüsen beträgt 0,89 Mm., zwischen den Schenkeln des Penis 0,54 Mm.

Zahlreiche Bündel zweigen sich von dieser Muskelmasse ab und dringen zwischen die Läppchen der Cowper'schen Drüsen ein, wo sie sich auflösen und mit von aussen und unten in die Drüsen eindringenden quergestreiften Muskeln (Ischiocavernosi und Perineales) zusammenkommen.

Auch mit den muskulösen Balken der Ruthenschenkel steht die oben erwähnte Muskellage im Zusammenhang.

Nach aufwärts geht diese Muskelschichte, dachförmig zugespitzt an Breite abnehmend, in eine bindegewebige Scheidewand über, welche mit den an der unteren Fläche des Corpus cavernosum der Urethra gelegenen Bindegewebsbündeln zusammenhängt.

An diese Scheidewand stösst unter einem stumpfen Winkel jederseits eine 0,54 Mm. dicke Schichte longitudinal verlaufender Muskelfasern, die eine directe Fortsetzung der Muscularis der Urethra ist, das Corpus cavernosum derselben umgürtet, und mit den muskulösen Balken des Corpus cavernosum urethrae in Zusammenhang steht. — Dort wo die genannte

Muskelschichte jederseits an die oben erwähnte Scheidewand ansteht, finden sich mehrere, vertical von dem Schwellkörper der Ruthenschenkel entspringende und in den Schwellkörper der Harnröhre sich einsenkende, grössere, venöse Gefässe.

Hier ist auch der Ort von den Cowper'schen Drüsen zu reden. Ihre Lagerung ist schon gekennzeichnet, es erübrigt nur noch ihren Bau zu besprechen.

Die Cowper'schen Drüsen sind oblong, mit ihrem Längsdurchmesser schief nach innen und unten geneigt. Jede Drüse hat einen neben dem Schenkel des Penis aufsteigenden 0,18 Mm. weiten, mit Cylinderepithel ausgekleideten Gang, der, wie schon oben erwähnt wurde, von einer Schichte mit seiner Längsaxe parallel laufender, glatter Muskeln begleitet wird; gegen die Urethra aufsteigend, nimmt der Gang an Weite ab. Jeder Gang theilt sich vielfach und diese kleineren Gänge haben dann zwei oder mehrere 0,08 bis 0,12 Mm. im Durchmesser betragende Ausbuchtungen — Acini. Das Epithel, welches der structurlosen Wand der Acini aufsitzt, ist ein Cylinderepithel.

Die Drüsensubstanz ist, wie an anderen Stellen, auch hier von einem ziemlich dichten Capillargefässnetze umsponnen.

Der faserige Theil, in den die Drüsensubstanz eingebettet ist, ist zum geringeren Theile Bindegewebe, zumeist jedoch sind es Muskeln, von denen schon oben gesprochen wurde.

In der Gegend des Bulbus besitzt die Schleimhaut der Urethra an der ganzen unteren und am grössten Theile der Seitenflächen ein geschichtetes Pflasterepithel von 0,18 Mm. Dicke. Es gleicht dieses geschichtete Pflasterepithel dem der Mundhöhle und anderer Orte, nur dass die obersten Zellen nicht so stark abgeplattet erscheinen und theils einen oblongen, theils einen rundlichen Kern tragen; die Zellen der tiefsten Schichte sind rundlich oder polyëdrisch mit rundlichem, relativ grossem Kerne. — Vom Bulbus angefangen nimmt dieses geschichtete Pflasterepithel allmählich an Ausbreitung ab, und bleibt als solches nur noch eine kurze Strecke weit in der Medianlinie der unteren Fläche, wo es dann durch ein geschichtetes Uebergangsepithel und noch weiter durch ein cylindrisches ersetzt wird. An den Seiten und besonders an der oberen Fläche geschieht dies schon früher.

Uebrigens giebt es in dieser Beziehung Abweichungen, indem man nicht selten bei Neugeborenen noch im Schafte der Ruthe sowohl an der oberen als an der unteren Fläche Inseln geschichteten Pflasterepithels findet. Das cylindrische Epithel, womit die Urethra bis nahe an die Fossa navicularis ausgekleidet ist, zeigt zu oberst cylindrische Zellen, in den mittleren und tiefsten Lagen keulenförmige oder spindelige Zellen. Es sind jedoch auch Stellen zu finden, wo nur eine einschichtige Lage von Cylinderzellen vorhanden ist. — So wie das Lumen der Urethra anfängt, senkrecht von oben nach abwärts in die Länge gezogen zu sein, ist ringsum nur geschichtetes Pflasterepithel, welches übrigens an der unteren Wand bedeutend stärker ist, als an

der oberen. Das Epithel der oberen Hälfte unterscheidet sich von dem der unteren auch noch darin, dass an ersterer die obersten Zellen stärker abgeplattet sind und auch mehr mit einander verschmolzen erscheinen als an der letzteren.

Die tiefste Schichte des Epithels besteht oben und unten aus pallisadenartig aneinander gereihten, kurzcylindrischen Zellen mit rundlichem Kerne.

Die Schleimhaut der Urethra ist überall in longitudinale Falten gelegt, welche zuweilen noch durch horizontale Leisten miteinander verbunden erscheinen — Lacunae Morgagni.

Die Dicke der Schleimhaut ist sehr inconstant, indem ihre Grenze nach aussen nicht genau zu bestimmen ist. Es gehen nämlich die Gefässe und Muskeln des Corpus cavernosum allmählich in die der Schleimhaut über; an der Wurzel des Penis beträgt ihre Dicke circa 0,178 Mm., weiter nach vorne wird sie etwas schwächer — 0,13 Mm.

Die Papillen, die von der Schleimhaut in das Epithel hineinreichen, sind nur dort zahlreich und gut entwickelt, wo dieselbe mit geschichtetem Pflasterepithel bekleidet ist; dort wo ein Uebergangsepithel sich vorfindet, sind die Papillen kurz und wenig zahlreich. Am längsten sind sie an der unteren Wand der Fossa navicularis bis zum Orificium urethrae, ihre Höhe misst da 0,14 Mm.



Fig. 215. Querschnitt durch die Urethra (Pars cavernosa) vom Kinde. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* musculöse Balken; *d* Bluträume des Corp. cav.; *e* Drüsen; *f* Ausführungsgang der Drüsen; *g* longitudinale Muskeln; *h* Albuginea. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System 2, Ocular 3.

Alle Papillen der Urethra sind gefässhaltig und besitzen eine oder wie in der Fossa navicularis auch mehrere Gefässschlingen. Wo Papillen fehlen, also dort wo die Schleimhaut mit Cylinderepithel bekleidet ist, findet sich dafür ein subepitheliales, dichtes, der Fläche nach ausgebreitetes Capillarmaschenwerk. Die Schleimhaut ist locker und besteht aus einem zierlichen Bindegewebsmaschenwerk, in welchem überall vereinzelte, longitudinal und schief verlaufende Bündelchen glatter Muskelfasern angetroffen werden, die von den musculösen Balken des Corpus cavernosum urethrae abstammen.

Littre'sche Schleimdrüsen sind ziemlich häufig, und zwar, finden sie sich an der oberen Wand häufiger als an der unteren. Sie stellen geschlängelt verlaufende 0,13 Mm. breite Gänge vor, welche schief nach vorne die Schleimhaut durchsetzen. Das Epithel der Oberfläche setzt sich in sie eine kurze Strecke weit fort. Diese Schläuche bleiben bis in

die Tiefe des Corpus cavernosum einfach, und erst hier sind sie mit 4 oder 5 halbkugeligen Ausbuchtungen — Acini — besetzt; letztere haben einen Durchmesser von 0,08—0,12 Mm. und grenzen nicht selten an die Albuginea des Corpus cavernosum urethrae.

Das Epithel des grössten Theiles des Ausführungsganges und der Acini ist ein einschichtiges Cylinderepithel. In den Epithelzellen der Acini ist der Kern schon beim Neugeborenen nicht mehr überall rundlich, sondern wie beim Erwachsenen abgeplattet, mit seiner Längsaxe senkrecht zu der der Zelle gestellt und der Membrana propria anliegend.

Da diese Drüsen mit ihrem grössten Theile überall zwischen den Gefässen des Corpus cavernosum gelagert, also von Muskeln umgeben sind, so ist es ganz klar, dass die Erektion des Gliedes auf die Entleerung des Drüsensekretes, möglicherweise auch auf seine Absonderung einen bedeutenden Einfluss haben kann.

Lymphgefässe finden sich an der Urethra ziemlich häufig; sie liegen in der Schleimhaut, nahe dem Epithel, verlaufen parallel mit der Längsaxe und hängen durch quere und schiefe Anastomosen mit einander zusammen. Ihre grösste Ausbildung erlangen sie an der unteren Wand der Fossa navicularis.

IV. Penis. Die Albuginea des Corpus cavernosum urethrae und die der Corpora cavernosa penis besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und stellenweise auch aus Muskelfasern. — Ersteres ist in Form von wenig geschlängelt und miteinander parallel verlaufenden Bündeln angeordnet, ähnlich dem Sehnengewebe.

Diese Bindegewebsbündel bilden um das Corpus cavernosum urethrae eine circulär verlaufende Schichte, welche nach aussen mit dem lockeren, subcutanen Maschengewebe zusammenhängt. An den Schwellkörpern des Penis liegen diese Bindegewebsbündel in zwei Schichten angeordnet, in einer äusseren longitudinalen und einer inneren circulären, doch ist erstere nur an der oberen und seitlichen Peripherie des Schwellkörpers anzutreffen, während die circuläre Schichte an die untere Fläche und als medianes Septum zwischen beide Schwellkörper sich fortsetzt.

Bei Neugeborenen beträgt die Dicke der äusseren, longitudinalen Schichte an der Wurzel des Penis 0,31 Mm., die der inneren 0,49 Mm. Am Schafte ist das Verhältniss umgekehrt, indem hier die äussere Schichte 0,45 Mm., die innere 0,26 Mm. dick ist.

Zahlreiche Spindelzellen sind zwischen den Bindegewebsbündeln eingestreut.

Das elastische Gewebe findet sich in Form von dichten Netzen feiner Fasern sowohl in der Albuginea der Corpora cavernosa penis als auch in der der Urethra. In die Netze sind bei Neugeborenen oblonge Kerne eingeschaltet.

Allein auch andere Netze sind bei Neugeborenen sowohl in der Albuginea der Corpora cavernosa, als auch in dem dieselbe umgebenden lockeren Ge-

webe vorhanden. Es kommen nämlich auf grösseren oder kleineren Strecken mitunter dichte Netze kernhaltiger Zellen vor, und zwar ganz so wie es für das embryonale Sehnengewebe bekannt ist.

Sowohl in der Albuginea des Corpus cavernosum urethrae als auch in der der Corpora cavernosa penis kommen besonders am Schafte glatte Muskelfasern vor. Ihre Zahl ist in der Albuginea des Corpus cavernosum urethrae, in der sie circulär verlaufen, grösser, als in der der Corpora cavernosa penis. In dieser letzteren ziehen sie in der circulären Lage circulär, in der longitudinalen longitudinal und wo die Albuginea nur aus einer Lage besteht, ebenfalls circulär.

Stellenweise ordnen sie sich zu Bündeln und dringen in schiefer Richtung in die Muskelbalken der Corpora cavernosa ein.

In dem der Albuginea zunächst liegenden, lockeren Gewebe sind die grossen aus markhaltigen Fasern zusammengesetzten Nervenstämme anzutreffen. Sehr viele von ihnen liegen beim Neugeborenen nächst der Albuginea mit kleineren Blutgefässen zusammen in oblongen vom umgebenden Bindegewebe begrenzten, mit Lymphkörperchen erfüllten Räumen, welche Räume dem Lymphgefässsysteme angehören dürften.

Von den ausserhalb der Albuginea gelegenen Nervenstämmen ziehen kleinere in die Corpora cavernosa ein, wo sie anfangs als markhaltige, und weiterhin als marklose Fasern zu verfolgen sind. Sie stammen aus dem Plexus cavernosus des Sympathicus und zum kleineren Theile aus den Nervi pudendi, welche mit ihrem grösseren Theile die Haut und die Schleimhaut der Urethra versorgen.

In dem lockeren Gewebe, das die Albuginea umgiebt, kommen Fettzellengruppen und Pacini'sche Körperchen vor. Letztere sind sowohl an der Wurzel, als auch am Schafte und in der Gegend der Corona glandis anzutreffen. 8—10 Mm. nach rückwärts von dem hinteren Rande der Eichel wurden sie schon von Schweigger-Seidel gesehen. Sie sind alle elliptisch, mit ihrer Längenaxe parallel zur Längenaxe des Penis gestellt. Ihr sehr breiter Axencylinder bleibt an der Spitze ungetheilt. Ausserdem habe ich sie auch im Corpus cavernosum der Penisschenkel gesehen.

Am Corpus cavernosum penis sind die Muskelbündel zu einer äusseren der Albuginea anliegenden longitudinalen bis 0,09 Mm. dicken Schichte vereinigt, welche durch schiefe Bündel mit den nach innen zu liegenden musculösen Balken des Corpus cavernosum zusammenhängt. Diese äussere Muskellage ist am Corpus cavernosum urethrae nur stellenweise und da nur sehr schwach entwickelt, so wie sie eigentlich am Corpus cavernosum penis auch nur an der Rückenfläche und an den Seiten als besondere Schichte anzutreffen ist. Die musculösen Balken, welche zwischen den Gefässräumen ausgespannt sind, und welche die letzteren begrenzen, bestehen aus Bündeln,

die theils longitudinal, theils schief, theils circulär verlaufen und dabei sich in vielfacher Richtung durchflechten.

Die einzelnen Muskelfasern sind im Verhältnisse zu ihrem Kerne sehr kurz, so dass an einem querdurchschnittenen Bündel fast in allen polyëdrischen — dem Contour der Zellen entsprechenden Feldern ein querdurchschnittener Kern vorhanden ist.

Die Blutgefässe der Corpora cavernosa sind Arterien, Capillaren, Venen und ein dichtes Netzwerk grosser von den Muskelbalken begrenzter mit Plattenepithel ausgekleideter Räume — das Corpus cavernosum im engeren Sinne.

Das Corpus cavernosum der Urethra ist an der unteren Wand stärker ausgebildet als an der oberen. Die grossen cavernösen Räume sind an der letzteren bis zur Albuginea vertheilt, während an der unteren und zum Theile an der seitlichen Wand zwischen einer Rindengefässschichte und der Hauptmasse des Corpus cavernosum eine fast zusammenhängende Muskelschichte liegt, welche nur durch spärliche von der Rindenschichte zu den inneren Theilen verlaufende Gefässe unterbrochen ist. — Am Corpus cavernosum penis ist die Anordnung eine ähnliche: im Centrum liegen die grössten Räume, von da nehmen sie im Halbkreise gegen die freie Peripherie an Grösse rasch ab, werden weiterhin durch eine fast nur aus Muskeln bestehende Lage allmählich verdrängt, um dann ganz nach aussen nächst der Albuginea eine schwache Rindenschichte zu bilden.

Vom Centrum eines Corpus cavernosum gegen das Septum nehmen die Räume nur wenig an Grösse ab. Die dem Septum zunächst gelegenen Räume beider Corpora cavernosa penis stehen durch schiefe und quere Anastomosen mit einander in Verbindung, welche queren Verbindungszweige von Muskelbalken begleitet werden.

Von der Corona glandis angefangen gegen das vordere Ende des Penis zu nimmt das Corpus cavernosum urethrae allmählich an Stärke ab, und zwar geschieht dies zuerst an der oberen und dann auch an der unteren Wand. Es bleiben zwar noch an der oberen Wand einzelne quere Aeste, welche die Gefässräume beider Seitenwände mit einander verbinden; an der unteren Wand schiebt sich dem Frenulum praeputii entsprechend alsbald eine bindegewebige Scheidewand ein, so dass das Corpus cavernosum urethrae am vorderen Ende von unten her in zwei Abschnitte getrennt erscheint. — Solche Bindegewebsmassen können mitunter auch als vollkommene Albuginea innerhalb des Corpus cavernosum urethrae jederseits ein elliptisches Gebiet abgrenzen, so dass dann innerhalb des Corpus cavernosum urethrae jederseits noch ein kleines Corpus cavernosum erscheint. So wie schon die Corpora cavernosa penis in der Glans conisch zugespitzt aufgehört haben, büsst das Corpus cavernosum urethrae seine Selbständigkeit allmählich ganz ein und geht in das Corpus cavernosum der Glans über.

Dieses erscheint unten geöffnet und in der Nähe des orificium urethrae

auch von oben her durch Bindegewebe in zwei Hälften getrennt, welche jedoch stellenweise durch Queranastomosen miteinander zusammenhängen. Die Discontinuität des Corpus cavernosum glandis an der unteren Wand ist durch Bindegewebszüge bedingt, welche von der Umgebung der Urethra nach oben dringen.

In der Glans sind die Balken zwischen den Gefässen ärmer an Muskeln als im Corpus cavernosum penis und der Urethra.

Am Corpus cavernosum glandis liegen die grössten Gefässräume in dichter Anordnung in den unteren äusseren Abschnitten, während am oberen Theile die cavernösen Räume an Grösse und Zahl abnehmen. Hier ist zwischen ihnen und mit ihnen zusammenhängend ein dichtes, feines Gefässnetz ausgespannt, von dem weiter unten noch gesprochen werden soll; auch an den unteren seitlichen Abschnitten ist dieses feine Gefässnetz stark entwickelt.

Mit der Rinde der unteren gespaltenen Abschnitte der Glans hängen die Gefässe, welche im Praeputium verlaufen, direct zusammen.

Was die Arterien des Gliedes anlangt, so sind sie, wie bekannt, Aeste der Arteria pudenda communis und zwar nach Kobelt die Arteria bulbina, bulbourethralis, Arteria dorsalis und profunda penis.

Von letzterer stammt für die Wurzel des Penis die Arteria bulbosa penis, welche mit der der anderen Seite im Bogen anastomosirt. Aus diesem Bogen geht dann die Arteria cavernosa penis für das Corpus cavernosum penis bis an sein vorderes Ende hervor.

Die Arteria dorsalis penis versorgt zumeist die Glans, zum kleineren Theil das Corpus cavernosum penis.

Nach Jarjavay und Sappey entspringen aus der Dorsalis 5—8 den Penis umgreifende Zweige, die mit der Bulbo-urethralis anastomosiren und für das Corpus cavernosum urethrae bestimmt sind. — Nach Langer kommen noch 4—5 Paar Rami perforantes hinzu, welche sowohl mit den Aesten der Dorsalis als auch der Bulbo-urethralis anastomosiren. — Nach demselben giebt es ausser diesen Rami perforantes der Arteria cavernosa penis, noch Arteriae septi, welche von der Arteria cavernosa penis entspringen, neben dem Septum gegen die Vena dorsalis penis aufsteigen, mit einander anastomosiren und nebst Zweigen der Dorsalis penis, mit denen sie anastomosiren, die Albuginea der Corpora cavernosa versorgen.

Bekanntlich hat Joh. Müller die Arterien des Corpus cavernosum in Rami nutritii und Arteriae helicinae abgetheilt; erstere stellen nach ihm die Arterien des Balkengewebes — Vasa vasorum dar, welche, nachdem sie viele Anastomosen unter einander gebildet, in Capillaren übergehen. Die Arteriae helicinae schilderte er als eine Linie lange und ⅕ Mm. dicke Aeste, welche einzeln und in Quirlen mit ihren angeschwollenen Enden hornartig gekrümmt sind, in die cavernösen Räume hineinragen, wo sie blind endigen.

Mit dem Beginne der Erection sollten sich ihre Enden öffnen und sich hierauf die Cavernen mit arteriellem Blute füllen.

Nachdem nun diese Arteriae helicinae von einigen Forschern vertheidigt (Krause, Valentin, Kobelt, Kölliker, Hyrtl, Gerlach, Henle . . .), von anderen verworfen wurden (Valentin, M. J. Weber, Arnold, Segond, Kohlrausch, Kölliker, Henle, Rouget) hat endlich Langer durch seine umfassende und in allen Punkten richtige Darstellung im Sinne der letzteren entschieden.

Langer hat mit Valentin, Arnold und Henle gezeigt, dass der grösste Theil der Arteriae helicinae nichts weiter als sich deckende Schenkel von mehr oder weniger vollkommen injicirten Arterienschlingen sind; dass ferner von der Form der musculösen Balken das Auftreten der Arteriae helicinae bedingt ist, indem in den am Schafte des Penis vorkommenden cylindrischen oder trichterförmig eingerollten Blättchen die Arterienzweige schlicht verlaufen, in den am Schafte des Penis vorkommenden strangförmigen Trabekeln jedoch die Arterienverzweigungen Arteriae helicinae erzeugen. Es müssen daher mit Langer alle Abzweigungen der Arteriae corporis cavernosi im Wesentlichen für gleichwerthig gehalten werden. Ueber die Art, wie der Kreislauf im Corpus cavernosum penis zum Abschlusse kommt, äusserte sich Joh. Müller und Krause dahin, dass das arterielle Blut aus den Arteriae helicinae sich ohne Weiteres in die Cavernen ergiesse.

Nach Valentin jedoch erweitern sich die kleinsten Arterien trichterförmig zu den venösen Räumen, nach Rouget gehen diese Räume aus den Arterien der Balken hervor, nachdem sie sich an der Oberfläche der letzteren spaltförmig geöffnet haben.

Langer hat gezeigt, dass der Kreislauf im Corpus cavernosum penis verschieden zum Abschlusse komme in der Rinde und im mittleren Theile. In der Rinde gehen nämlich kleine, nicht capilläre, nur mit der Loupe wahrnehmbare Arterienzweige in die gröbere Rindenschichte über, daneben besteht an der Peripherie noch eine Uebergangsform, welche durch wahre Capillaren vermittelt wird, nämlich durch das feinere capilläre Rindennetz. Im Innern des Schwellkörpers giebt es ebenfalls Uebergänge durch Capillaren.

Die Gesammtperipherie des Schwellkörpers ist das Hauptatrium, durch welches das arterielle Blut in das Schwellnetz gelangt.

Jedoch auch im Inneren des Schwellkörpers giebt es Uebergänge von Arterienästen in grössere Venen und zwar geschieht dies durch conische Anfänge, welche einen Bestandtheil des inneren Venenconvolutes darstellen.

Es existiren sonach im Corpus cavernosum penis dreierlei Uebergänge:

1. Ein unmittelbarer Uebergang grösserer Arterienzweige in grössere Venenstämme.
2. Das gröbere Rindennetz, welches feinste Arterienästchen aufnimmt und
3. endlich ein unmittelbarer Uebergang von Capillaren wie im feineren Rin-

dennetze und im Inneren des Schwellkörpers. — Das Schwellnetz des Penis ist ein wahres Venennetz.

Die Venen, welche aus den Schwellkörpern des Penis heraustreten, sind die in die Vena dorsalis einmündenden Rückenvenen — Venae emissariae von Joh. Müller und die Venen an der Bauchseite des Penis — Venae emissariae von Kohlrausch. Erstere kommen unmittelbar aus dem cavernösen Geflechte hervor, letztere aus dem Innern der Corpora cavernosa und gehen durch Lücken der Rindennetze durch. Dieses Verhältniss ist für die Erektion von grosser Wichtigkeit, da dadurch bei der Füllung des Rindennetzes, welches, wie oben erwähnt, das Hauptatrium ist, nothwendig eine Compression der ausführenden Venen eintreten muss.

An den Schenkeln des Penis entwickeln sich die venösen Abzugscanäle als Venae profundae. Diese letzteren sind, wie Langer gezeigt hat, keine unmittelbaren Fortsetzungen der grossen Schwellvenen, sondern entstehen erst durch feinere Wurzeln aus denselben.

Das Schwellnetz der Corpora cavernosa penis ist demgemäss nach Langer »als ein räumlich entwickeltes Wundernetz anzusehen, welches, bezüglich der Vena dorsalis, ein unipolares, bezüglich der Venae profundae, ein bipolares ist.«

Im Corpus cavernosum urethrae ist mit Langer ein äusserer und innerer Theil zu unterscheiden. Der äussere besteht aus dicht beisammen liegenden und anastomosirenden Venen — Rete mirabile venosum (Kohlrausch, Jarjavay).

Dieser Theil stellt den eigentlichen Schwellkörper der Urethra dar. — Der innere Theil ist ein Venennetz der Urethra selbst und besteht aus kleineren, fast parallel mit einander und zwar longitudinal laufenden Gefässen, welche durch zahlreiche, kurze und gewundene Anastomosen unter einander zusammenhängen. Der äussere Theil setzt sich direct als Schwellnetz in den Bulbus, der innere jedoch als submucöses Venennetz durch die Pars membranacea und prostatica auf die Blase fort.

Die Arterien senden theils Zweige zur Schleimhaut der Urethra, wo sie capillar zerfallen, theils solche, welche im Corpus cavernosum bleiben und hier in Capillaren auslaufen.

Der Kreislauf kommt im Corpus cavernosum urethrae überall durch Capillaren zum Abschluss. Die Wurzeln der venösen Abzugscanäle — Venae efferentes — entwickeln sich aus kleineren zu einem Stamme sich vereinigenden Gefässen.

Aehnlich verhält sich das Gefässsystem der Eichel.

Das cavernöse Gewebe ist auch hier ein aus Capillaren hervorgehendes Rete mirabile venosum (Hausmann, Kobelt, Jarjavay). Das grobe Netzwerk der Venen ist, wie schon früher angeführt wurde, von einem dichten, feinen Netzwerke durchzogen; von den oberflächlichsten capillaren Netzen steigen

in die Papillen der Glans zahlreiche Schlingen auf, sowie auch aus den Papillen feinere Venen in peripher gelegene, cavernöse Räume der Glans einmünden. Die Aeste dieser Schlingen zeichnen sich durch einen geschlängelten Verlauf aus (Langer), ja viele von ihnen sind ganz deutlich quirlenartig.



Fig. 216. Querschnitt durch eine injicirte Glans vom neugeborenen Kinde. *a* Epithel der Urethra; *b* Mucosa; *c* Corpus cavernosum urethrae; *d* Corpus cavernosum glandis; *e* Schleimhaut der Glans; *f* Epithel der Glans. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System No. 2, Ocular No. 3.

Den Zusammenhang des Schwellkörpers der Glans mit dem der Urethra vermitteln die Venae efferentes glandis und zwar liegen die feineren Zweige dieses Venenconvolutes in der Glans, die gröberen im Corpus cavernosum urethrae.

Dieses Venenconvolut liegt an der Dorsalseite der Urethra und wurde von Kobelt zuerst gesehen. Es erstreckt sich auch noch zwischen die Corp. cav. penis und Urethra und scheint einen speciellen Schwellkörper darzustellen, da auch in seinen Balken glatte Muskelfasern vorkommen und nicht selten durch eine schwache Albuginea abgegrenzt ist.

Die Schleimhaut der Glans ist mit einem 0,12—0,14 Mm. dicken, geschichteten Pflasterepithel bedeckt, das sich von dem der Urethra durch seine geringere Durchsichtigkeit und ferner dadurch unterscheidet, dass die obersten Zellen stärker abgeplattet und mit einander verschmolzen sind; die Kerne dieser Zellen sind alle stäbchenförmig. — In den mittleren Lagen sind sehr gut ausgebildete Riffzellen vorhanden, und die tiefsten Zellen sind palisadenartig aneinander gereiht, cylindrisch.

Die Schleimhaut ist reich an elastischen Fasernetzen und besitzt dicht nebeneinander stehende, kegelförmige einfache oder getheilte Papillen, welche beim Erwachsenen deutlicher entwickelt sind als beim Neugeborenen.

Die Nerven sind an der Glans sehr zahlreich und endigen nach Kölliker mit Krause'schen Endkolben in den Papillen.

Am Praeputium finden wir im Allgemeinen denselben Bau wie an der Haut. Das Epithel des inneren Blattes nähert sich jedoch seinem Aussehen nach dem geschichteten Pflasterepithel.

An der Haut des Penis, so wie am äusseren und inneren Blatte des Praeputium sind Talgdrüsen vorhanden. An letzterem Orte sind sie oval und betragen im Längendurchmesser bis 0,6, im queren bis 0,35 Mm.

Sie erstrecken sich, indem sie zugleich an Grösse und Zahl ihrer Ausbuchtungen abnehmen, bis auf die Corona glandis, glandulae Tysonianae. Beim Neugebornen sind sie sowohl am inneren als auch äusseren Blatte des Praeputiums reichlich und gut entwickelt, beim Erwachsenen ist ihr Vorkommen in einzelnen Fällen schwer zu constatiren. An der Glans penis fehlen Talgdrüsen im Allgemeinen, doch wurden solche einfache Formen von Schweigger-Seidel einmal an der Spitze der Glans gesehen. Dem Baue nach gleichen die Drüsen der Vorhaut den Talgdrüsen der Haut von anderen Stellen vollkommen.

Die Säugethiere besitzen alle einen von der Urethra durchbohrten Penis; bei Vögeln findet sich ein wirklicher Penis nur bei Struthionen, einigen hühnerartigen und mehreren Schwimmvögeln.

Unter den Amphibien kommt den Schildkröten ein einfaches, Schlangen und Eidechsen ein doppeltes Begattungsorgan zu.

Der Penis der Vögel und Amphibien ist nicht durchbohrt, sondern besitzt blos eine Rinne für den abfliessenden Samen (Leydig).

Am Penis der Säugethiere sind Corpora cavernosa ziemlich allgemein verbreitet, bei Vögeln liegt entweder nur um den Penis herum ein cavernöses Gewebe oder es befindet sich im Innern desselben (Struthio).

Die meisten Amphibien besitzen Schwellgewebe und zwar umgiebt dies entweder scheidenförmig den Penis (Saurier) oder ist im Penis und der Glans allenthalben gut entwickelt (Schildkröten und Krokodile).

Bei vielen Säugethieren kommen im Penis Knochenplatten vor. So liegt beispielsweise beim Kater an der Spitze der Glans über der Urethra eine kurze Knochenplatte, welche nach hinten gegen die Corona glandis einen kleinen, rundlichen Knorpelkern über sich hat. Um die Knochenplatte und den Knorpelkern erstreckt sich im Halbkreise das Corpus cavernosum glandis.

Statt der Corpora cavernosa penis findet sich beim Kater ein von einer derben Albuginea umschlossener und durch Bindegewebsbalken in Fächer abgetheilter, fettzellenhaltiger Polster. Zur Seite dieses Polsters erstreckt sich von unten her eine schwache Schichte grosser Venen, die mit einander plexusartig anastomosiren.

B. Weibliche.

I. Labia pudendi. An den grossen Schamlippen finden wir alle Elemente der Haut wieder.

Ein von der Tiefe radiär gegen die Peripherie der grossen Schamlippen vordringendes Bindegewebsbalkenwerk bildet die Grundlage derselben. In der Tiefe ist das Maschenwerk locker — subcutanes Gewebe; gegen die Epidermis zu wird es derber, dichter — Cutis.

Im lockeren Antheile sind Fettzellengruppen, grosse Gefäss- und Nervenstämme zahlreich vorhanden, auch Schweissdrüsen und Haarbälge

sind reichlich entwickelt. Talgdrüsen sind ihrer Grösse wegen — bis 0,5 Mm. Durchmesser — ausgezeichnet und auch dadurch, dass einzelne frei an der Oberfläche ausmünden.

Zunächst der Oberfläche liegen ziemlich dichte Netze elastischer Fasern der Fläche nach ausgespannt, welche glatte Muskelfasern regelmässig eingestreut enthalten (Henle). — In Bezug auf Papillen, Nerven, Pacinische Körperchen und Gefässe verhalten sich die grossen Schamlippen wie andere Stellen der Haut.

Gegen die Umschlagsstelle auf die kleinen Schamlippen zu wird die Epidermis etwas durchsichtiger; ihre obersten Zellen sind noch eng miteinander verschmolzen, nichtsdestoweniger lassen sich schon stäbchenförmige Kerne in ihnen nachweisen.

Auf den kleinen Schamlippen selbst treffen wir bereits ein schönes, geschichtetes Pflasterepithel, dessen tiefste Zellen in vielen Fällen schon beim neugebornen Kinde um den rundlichen Kern herum Pigmentkörnchen enthalten.

Die auf das Epithel folgende Schleimhaut besitzt an ihrer Oberfläche dicht stehende, kegelförmige, oben aufgetriebene, gefässhaltige Papillen.

Das Schleimhautgewebe ist fettlos und enthält in den Bindegewebssträngen auch glatte Muskelfasern. Das Gerüste der Schleimhaut zeigt dieselbe Anordnung, wie an den grossen Schamlippen; von der Tiefe dringt ein mächtiges Balkenwerk gegen die Peripherie, welches maschenartig angeordnet ist. Talgdrüsen ohne Haare finden sich an den kleinen Schamlippen bis an die innere Seite derselben; sie sind kleiner — 0,2 Mm. — als an den grossen Schamlippen und werden beim Neugebornen noch nicht angetroffen.

Die aus den Aesten der Labialis posterior hervorgehenden Zweige dringen in die Papillen als einfache Schlingen mit geschlängeltem Verlaufe ein.

Die Capillaren bilden an der Oberfläche und in der Tiefe der kleinen Schamlippen Netze, aus denen ein Netz feiner Venen hervorgeht; dieses letztere erscheint überall von dem capillaren Netze durchzogen (Gussenbauer). Die Nymphen besitzen demnach wie die Glans clitoridis ein erectiles cavernöses Gewebe (Gussenbauer).

II. Clitoris und Vestibulum. Die Schleimhaut, welche als Praeputium und Frenulum clitoridis mit den Labia minora und der Schleimhaut des Vestibulum direct zusammenhängt, ist in Bezug auf Epithel, Schleimhautgewebe, Papillen und Nerven den kleinen Lippen ganz analog gebaut.

An der Clitoris überzieht die Schleimhaut die Corpora cavernosa und die Glans clitoridis, welche mit den beiden Bulbi vestibuli in Verbindung steht. Letztere entsprechen dem gespaltenen Corpus cavernosum urethrae des Mannes.

Die Corpora cavernosa clitoridis, sowie die Bulbi vestibuli sind auch hier von einer fibrösen Hülle eingeschlossen und stellen auch beim Weibe grosse,

venöse Geflechte dar, zwischen welchen überall reichlich glatte Muskelfasern angetroffen werden. Sie gleichen übrigens den betreffenden Theilen des Mannes und stehen auch hier mit den Gefässschlingen der Papillen in directem Zusammenhang. — GUSSENBAUER hat in seiner erschöpfenden Darstellung der Gefässvertheilung in den äusseren, weiblichen Genitalien die schon seit lange angenommene Analogie der Corpora cavernosa penis mit der Clitoris durch Constatirung folgender Punkte bestätigt:

1. Die kleinen Arterien ergiessen ihr Blut gegen die Clitoriswurzel zu unmittelbar in grössere Venen.

2. Im feineren Venennetze findet gegen die Oberfläche hin eine Aufnahme arteriellen Blutes durch feine arterielle Zweigchen statt.

3. Das capillare Netz unter der Oberfläche, in welches sich vorzugsweise die Arterien gegen das vordere Ende auflösen, vermittelt durch das mit ihm zusammenhängende, feinere Venennetz den Uebergang in das grobe Schwellnetz.

Das Schwellnetz des Bulbus vestibuli ist dem der clitoris analog gebaut. Die äussere Oberfläche des Bulbus wird von einem groben, die innere von einem feinen Venennetze gebildet; durch das letztere gehen die Venen hindurch, welche sich im submucösen Gewebe der Urethra und des Vestibulum mit dem Venennetze verbinden, das über der vorderen Wand der Vagina bis zur Harnblase verbreitet ist (GUSSENBAUER).

Die abführenden Venae profundae stehen zur Rindenschichte des Schwellkörpers in demselben, für das Zustandekommen der Erection wichtigen Verhältnisse, wie am Penis. — Gleichfalls wichtig für die Erection ist das Verhältniss der abführenden Venen zu den Musculi bulbo- und ischio-cavernosi, diese letzteren bewirken nämlich bei ihrer Contraction eine Compression der abführenden Venen der Corpora cavernosa clitoridis und des Bulbus vestibuli.

Die Pars intermedia — das ist ein Venenconvolut, welches aus der hinteren Fläche der Clitoris hervortritt, stellt die Vermittelung her zwischen Corpus carvernosum clitoridis, dem Bulbus, Nymphen, Frenulum und Glans clitoridis (GUSSENBAUER).

Die Schleimhaut des Vestibulum ist mit vielen Falten besetzt. An der Oberfläche der Schleimhaut münden zahlreiche Schleimdrüsen; sie sind unregelmässig über die Oberfläche des Vestibulum verbreitet und kommen nur am Orificium urethrae und Introitus Vaginae gedrängt vor. Sie stellen verzweigte, an ihren tieferen Theilen mit mehreren Ausbuchtungen versehene Schläuche dar, welche überall mit einem einschichtigen Cylinderepithel ausgekleidet sind; nur in die Mündung setzt sich das geschichtete Pflasterepithel der Oberfläche fort. — Die Grösse der Drüsen schwankt zwischen 0,5 bis 2,5 Mm.

Die zur Seite des Introitus vaginae ausmündenden Bartholini'schen Drüsen gleichen in ihrem Baue vollkommen den Cowper'schen Drüsen des

Mannes. Sie sind längsoval, liegen am hinteren Rande des Diaphragma urogenitale und stehen mit den Dammmuskeln in inniger Beziehung; sie werden von diesen mehr oder weniger umzogen und es dringen auch einzelne Muskelbündel zwischen die Drüsenläppchen ein. Besonders gilt dies vom Musculus bulbo-cavernosus.

Der Längsdurchmesser der Drüse beträgt 15—20 Mm., der Ausführungsgang ist 15—20 Mm. lang, seine Wand ist 0,2 Mm. und sein Lumen 1—3 Mm. mächtig (Henle).

Der Ausführungsgang ist ausser an dem Mündungstheile, wo sich geschichtetes Pflasterepithel findet, sonst überall mit cylindrischem Epithel ausgekleidet. Nach mehrfacher Theilung ist er mit zahlreichen halbkugeligen oder ovoiden Ausbuchtungen — Acini — besetzt. Diese Acini sind ebenso, wie die der Cowperschen Drüsen beim Manne, mit einem kürzeren oder längeren, cylindrischen Epithel ausgekleidet.

Die Blutgefässe der Schleimhaut bilden in der Nähe der Oberfläche Netze, die mit den Schlingen der Papillen im Zusammenhang stehen.

Die Nerven sind als markhaltige Fasern (Sympathicus und Nervi pudendi) besonders in der Schleimhaut der Glans zahlreich anzutreffen.

An diesen Nerven wurden auch Krause'sche Endkolben und Pacini'sche Körperchen gesehen.

III. Hymen und Vagina. Am Introitus vaginae bildet die Schleimhaut eine Duplicatur — das Hymen. Das Epithel desselben ist ein geschichtetes Pflasterepithel von nahezu derselben Dicke wie im Vestibulum 0,3—0,5 Mm. Die zarte, an Blutgefässen und Nerven reiche Schleimhaut ragt mit dicht nebeneinander stehenden 0,2—0,3 Mm. langen, kegelförmigen, getheilten und ungetheilten Papillen in das Epithel hinein.

Die Schleimhaut der Vagina ist uneben, besonders in der Nähe des Introitus ad vaginam an der hinteren und vorderen Wand mit queren faltenartigen oder breiten, papillären Wülsten besetzt, welche reich an Capillarnetzen sind. Diese Wülste sind stellenweise an ihrer Oberfläche durch mehr oder weniger tief greifende Furchen zerklüftet und stellen also einen Complex verschieden grosser, breiter, freistehender und oben aufgetriebener Papillen vor.

Die Vaginalschleimhaut ist von einem etwa 0,6 Mm. dicken Pflasterepithel bekleidet, und besitzt als Grundlage ein an elastischen Fasern reiches Bindegewebe, von welchem aus die mit Gefässschlingen versehenen Papillen in das Epithel hineinragen.

Das submucöse Gewebe ist locker und enthält, wie weiter unten noch gezeigt werden soll, zahlreiche Gefässmaschen.

Auf die Schleimhaut und mit ihr zusammenhängend folgt die Muscularis; sie ist in zwei Schichten angeordnet — eine innere, viel stärkere, longitudinale

und in eine äussere circuläre. Beide enthalten auch schief verlaufende Bündel, die sich kreuzen und von einer Schichte in die andere eindringen.

Von der inneren Schichte dringen Muskelbündel auch in das submucöse Gewebe und von hier noch weiter in die Mucosa bis in die Papillen vor. Die Bündel der Muscularis sind durch ziemlich viel Bindegewebe getrennt, so dass diese nicht als zusammenhängende Muskellage erscheint.

Ausserhalb der Muscularis liegt eine Schichte lockeren Bindegewebes, an welches sich der äussere venöse Plexus anlegt. — Gegen den Fornix nehmen alle Schichten an Dicke ab. — Die feinere Blutgefässvertheilung in der Schleimhaut der Vagina ist folgende:

Die Arteria vaginalis dringt von hinten her in die Vagina ein und giebt, bevor sie noch in die Muskelhaut eintritt, Aeste für die vorderen und seitlichen Wände ab. Die arteriellen Aeste lösen sich, nachdem sie die Muscularis schief durchbrochen, theils in ein submucöses, capillares Netzwerk auf, theils dringen kleinere Zweige in die Papillen, und zwar im oberen Theile der Vagina als einfache, im unteren als mehrfache Gefässschlingen ein. Die capillaren Gefässschlingen laufen bei den zusammengesetzten Papillen nach mehrfachen Anastomosen zu einem Netze zusammen, aus dem das central in der Papille gelegene venöse Gefäss hervorgeht. — In den Wülsten kommen zahlreiche, mächtige Venen vor, welche plexusartig zusammenhängen, sowie glatte Muskelfasern, die, wie oben erwähnt wurde, aus der Muscularis abstammen. Dieser Venenplexus kann deshalb für ein cavernöses Gewebe gehalten werden (Gussenbauer).

Die in die submuscosa eintretenden, venösen Gefässe bilden nach der Längsaxe der Vagina ausgezogene Maschen. Diese Venen vereinigen sich zu stärkeren Aesten, welche die Muscularis durchsetzen und den Plexus vaginalis zusammensetzen. In den Wänden des Plexus venosus vaginalis findet sich dieselbe trabeculäre Anordnung wie in anderen Schwellorganen.

Die Vaginalschleimhaut ist mit Lymphgefässen und Nerven reichlich versehen; über ihre feinere Verzweigung ist wenig bekannt. In den aus markhaltigen Fasern bestehenden Stämmen finden sich vereinzelte und Gruppen von Ganglienzellen; das letztere ist besonders an den Stellen der Fall, wo zwei oder mehrere Stämme zusammenkommen. Die Ganglienzellen sind ebenso, wie diess bei den männlichen Genitalien erwähnt wurde, von zweierlei Grösse.

IV. Urethra. Das Epithel, welches die Schleimhaut der Urethra bekleidet, ist in den obersten Abschnitten ein geschichtetes Uebergangsepithel: die obersten Zellen sind keulenförmig, kurz cylindrisch, dann nehmen sie gegen die Tiefe an Höhendurchmesser ab, so dass nur mehr rundliche und pflasterförmige Zellen angetroffen werden.

In den unteren Abschnitten ist ebenso wie im Vestibulum und in der Vagina ein geschichtetes Pflasterepithel. Die Dicke des Epithels nimmt gegen das Orificium zu.

An der Schleimhaut lassen sich zwei nicht scharf von einander getrennte Partien unterscheiden: eine innere — Mucosa — mit zahlreichen in das Epithel hineinreichenden Papillen und eine äussere — Submucosa; in dieser letzteren liegt das aus einem mächtigen Venennetze gebildete cavernöse Gewebe. — Die Dicke der Mucosa beträgt beiläufig 0,13 Mm., die des submucösen Gewebes das Fünffache und noch mehr.

Das Gewebe der Mucosa erscheint an zahlreichen Stellen mit Lymphkörperchen ähnlichen Zellen infiltrirt, ja oft ist diese Infiltration so mächtig, dass die Mucosa nur aus einem zarten Netzwerke besteht, das mit den zelligen Gebilden vollkommen erfüllt ist (conglobirte Drüsensubstanz nach Henle). An solchen Partien ist keine deutliche Grenze zwischen den Zellen der Mucosa und den tiefsten Epithelzellen wahrzunehmen.

Die Schleimhaut der weiblichen Urethra enthält ebenso wie die männliche Littre'sche Drüsen, die gegen das Orificium Urethrae häufiger sind, als in den oberen Partien.

Die Muskelhaut besteht im Allgemeinen aus einer inneren bis 1,8 Mm. dicken, zusammenhängenden Längsschichte, die nur glatte Muskeln enthält und aus einer äusseren, etwas stärkeren circulären Schichte. Diese circuläre Lage enthält nach innen glatte, nach aussen quergestreifte Fasern (Musculus urethralis). Die Bündel dieser Schichte liegen nicht so dicht beisammen, wie die der longitudinalen Muskelhaut.

Stellenweise kommt dann noch eine 0,2 Mm. starke, longitudinal verlaufende Schichte hinzu, in der ebenfalls nur glatte Muskelfasern anzutreffen sind. — Nach aussen wird die Muscularis von einer im Durchmesser fast 0,2 Mm. betragenden Fascia umgeben, welche aus welligen, parallel mit einander, prävalirend in circulärer Richtung verlaufenden Bindegewebsbündeln besteht. — Die innere longitudinale Muscularis ist vom submucösen Gewebe nicht sehr scharf abgegrenzt, da sie einerseits mit kleineren, auch im submucösen Gewebe longitudinal verlaufenden Bündeln glatter Muskelfasern in dieses letztere hineinragt, andererseits aber auch der Venenplexus des submucösen Gewebes stellenweise in die Muscularis eingebettet ist.

Die Venennetze des submucösen Gewebes sind ebenso, wie der Plexus vaginalis den cavernösen Geweben beizuzählen.

Bei Säugethieren ist die Scheide wie beim Menschen drüsenlos.

Die Clitoris mancher Säuger enthält ebenso wie der Penis Knorpel oder Knochenplatten und Pacinische Körperchen.

Bei Fischen, Amphibien und Reptilien kennt man bis jetzt keine äusseren weiblichen Genitalien.

Die Schleimhaut der Cloake flimmert bei Triton sowie bei einigen Larven von Batrachiern (Salamandra maculata, rana) (Leydig).

Literatur-Verzeichniss.

A. Zu den männlichen.

Arnold, Phys. II. Abth. 3. p. 113.
——, Handbuch der Anatomie. Bd. II. Abth. 1. p. 247.
Barkow, Anatom. Untersuchungen über die Harnblase. Breslau 1858.
Béclard, Eléments d'anatomie générale. Paris 1852.
Burckhardt, Froriep's Notizen neue Folge VI. p. 118.
Cowper, Myotomia reformata. London 1694. p. 228.
Duverney, Oeuvres anat. Paris 1706. p. 72.
Fick, Ueber das »Vas deferens«. Müllers Archiv 1856. p. 473.
Gerlach, Gewebelehre. p. 387.
Giraldès, »Recherches anatom. sur le corps innom.« Journal de la Physiol. IV. 1.
Gubler, »Des glands de Mery et de leurs maladies«. Paris 1849.
Haller, Elementa physiolog. Laus. 1778.
Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Splanch. p. 365.
Herkenrath, Bejdrage tot de Kennis van den bouw en de verrigting der vesicul. seminal. Amsterdam 1858.
Huschke, Splanchnologie. p. 401.
Hyrtl, Oesterreichische Jahrbücher 1838, XIX. p. 349.
——, Oesterreichische Zeitschrift für prakt. Heilkunde 1859, No. 49.
Jarjavay, Recherches sur l'urètre de l'homme. 1856.
Kobelt, Die Wollustorgane des Menschen. Freiburg, 1844. p. 14.
Kohlrausch, Anatomie und Physiologie der Beckenorgane, p. 54.
Kölliker, Ueber die glatten Muskelfasern der Harn- und Geschlechtsorgane. Zeitschr. für wissensch. Zoologie I.
——, Mikroskopische Anatomie I. p. 184.
——, Gewebelehre, 5. Aufl. p. 535.
——, Die cavernösen Körper der männlichen Sexualorgane. Verhandlungen der Würzburg. med. phys. Gesellschaft 1851.
Krause, Müllers Archiv, 1837. p. 31.
C. Krause, Wagner's Handwörterbuch II. p. 127,
Lacauchie, Traité d'hydrotomie. Paris 1853.
Langer, Ueber das Gefässsystem der männlichen Schwellorgane. Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften. 46. Band. p. 120.
Leuckart, Vesicula prostatica in Todd's cyclopaed. P. LXII. p. 1415.
Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857. p. 496.
Littre, Mém. de l'acad. des sciences 1700.
Chr. Lovén, Ueber Erweiterung von Arterien durch Nervenerregung. Aus dem physiol. Institut zu Leipzig 1866. p. 104.
Luschka, Anatomie II.
H. Meckel, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkzeuge. Halle 1848, p. 58.
Morgagni, Advers. anatom. Venet. 1762. p. 7.
J. Müller, Dessen Archiv. 1835. p. 202.
Rouget, Journal de la Physiolog. I. p. 326.
Sappey, L'urètre de l'homme. 1854. p. 78.
Schweigger-Seidel, Anatomische Mittheilungen, Virchow's Archiv. 37. Bd. p. 219.
Segond, Anatom. générale. Paris 1854.
G. Simon, Müllers Archiv. 1844. p. 1.

Tomsa, Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1865. Bd. 51.
Valentin, Repert. I. 73.
——, Müller's Archiv 1838. p. 182.
——, Wagner's Handwörterbuch I. p. 789.
Viner Ellis, Medico-chirurg. transact. 39. p. 327.
E. H. Weber, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane. Leipzig 1846.
M. J. Weber, Anatomie II. 585.

B. Zu den weiblichen äusseren Genitalien.

Arnold, Anatomie II. 1. p. 209.
Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1870. p. 883 u. ff.
C. Gussenbauer, Ueber das Gefässsystem der äusseren weiblichen Genitalien. Sitzungsberichte der Wiener k. k. Akademie der Wissenschaften, Juliheft 1869.
Henle, Splanchnologie p. 334.
Huber, De vagin. uter. struct. rugosa. Göttingen 1742.
Huguier, Ann. des scienc. rat. 3. sér. XIII. p. 239.
Kobelt, a. a. O. p. 55.
Kohlrausch, a. a. O. p. 63.
Kölliker, Gewebelehre. p. 567.
F. Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857. p. 519.
Luschka, Die Muskulatur am Boden des weibl. Beckens. Wien 1861.
Martin und Leger, Arch. général. 1862. p. 59.
Schweigger-Seidel, Anatomische Mittheilungen. Virchows Archiv. 37. Bd. p. 219.
Uffelmann, Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. XVII. p. 254.

HANDBUCH

DER

LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES

MENSCHEN UND DER THIERE.

UNTER MITWIRKUNG VON

J. ARNOLD, BABUCHIN, BIESIADECKI, F. BOLL, E. BRÜCKE, CHROBAK, EBERTH, TH. W. ENGELMANN, J. GERLACH, HERING, IWANOFF, J. KESSEL, E. KLEIN, W. KÜHNE, C. LANGER, v. LA VALETTE, LEBER, LUDWIG, SIGMUND MAYER, TH. MEYNERT, W. MÜLLER, OBERSTEINER, PFLÜGER, v. RECKLINGHAUSEN, A. ROLLETT, RÜDINGER, MAX SCHULTZE, F. E. SCHULZE, SCHWALBE, SCHWEIGGER-SEIDEL, L. STIEDA, C. TOLDT, E. VERSON, W. WALDEYER UND ANDEREN.

HERAUSGEGEBEN

VON

S. STRICKER.

ZWEITER BAND.

CAP. XXX—XXXVIII, NACHTRÄGE UND REGISTER (S. 665—1248).

MIT 191 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1872.

Inhalt.

Capitel XXX.

Von dem Rückenmark.

Von

J. Gerlach

in Erlangen.

Derjenige Theil des centralen Nervensystems, welcher den grösseren Theil des Wirbelkanals einnimmt, das Rückenmark, stellt eine hauptsächlich aus Nervengewebe bestehende cylindrische Säule dar, die bei dem Erwachsenen in der Höhe des ersten Lendenwirbels mit einer konischen Spitze endigt. Diese Säule, welche an den Abgangsstellen der Nerven sowohl für die oberen, wie für die unteren Extremitäten beträchtliche Massenzunahmen, die sogenannte Nacken- und Lendenanschwellung zeigt, besteht aus zwei Substanzen, von welchen die peripherische weiss, die centrale grau gefärbt erscheint.

Die äussere weisse Substanz wird schon seit langer Zeit als in drei paarige Stränge geschieden betrachtet, als deren Begrenzungen die vordere Längsspalte, die Austrittstellen der vorderen und hinteren Nervenwurzeln und die hintere Längsfurche angegeben werden. Diese Sonderung in Vorder-Seiten und Hinterstränge ist auch an der Oberfläche des Rückenmarks ziemlich scharf angedeutet, verliert sich aber in dem Masse, als man sich dem grauen Kerne nähert. Ausser diesen sechs Strängen, wird in der neueren Zeit noch die vordere weisse Commissur, welche an dem Grunde der vorderen Längsspalte vor der grauen Commissur liegt (Fig. 217 *f*), als ein besonderer Bestandtheil der weissen Substanz genannt.

Die centrale graue Substanz des Rückenmarks erscheint auf dem Querschnitt unter der bekannten Form eines grossen lateinischen H und wird in den mittleren Theil, die graue Commissur mit dem Centralkanal (Fig. 217 *i g k*) und in die beiden seitlichen geschieden, von welchen letzteren die vordere

Hälfte Vorderhorn (Fig. 217 *m*), die hintere Hinterhorn (Fig. 217 *q*) genannt wird. Diese beiden Seitentheile weichen zwar in ihrer äusseren Configuration bei Vergleichung von Querschnitten, die aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks genommen sind, vielfach von einander ab; allein selbst die bedeutendsten Abweichungen, welche sich in der Hals- und Lendenanschwellung finden, behalten die Grundform des grossen lateinischen H bei, das man sich in dem

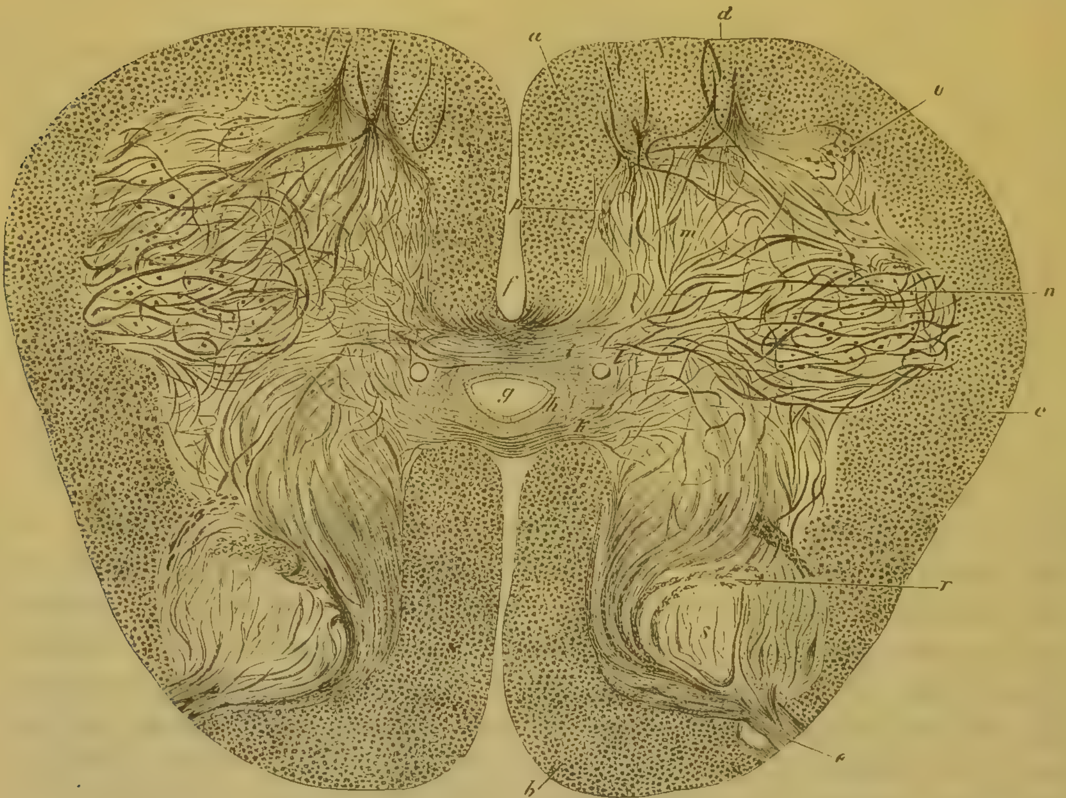


Fig. 217. Querschnitt durch das Rückenmark eines halbjährigen Kindes aus der Mitte der Lendenanschwellung mit Goldchloridkalium und salpetersaurem Uranoxyd behandelt. Durch diese Reagentien wurde in aussergewöhnlicher Weise der Faserverlauf in der grauen Substanz deutlich. Vergröss. 20. *a*) Vorderstränge. *b*) Hinterstränge. *c*) Seitenstränge. *d*) Vordere Wurzeln. *e*) Hintere Wurzeln. *f*) Vordere weisse Commissur mit den Fasern der Vorderhörner und der Vorderstränge in Verbindung stehend. *g*) Centralkanal mit Epithel. *h*) die den Centralkanal umgebende Bindesubstanz. *i*) Querfasern der grauen Commissur vor dem Centralkanal. *k*) Querfasern der grauen Commissur hinter dem Centralkanal. *l*) Durchschnitt der beiden Centralvenen. *m*) Vorderhorn. *n*) Grosses laterales Zellenlager des Vorderhorns. *o*) Kleineres vorderes Zellenlager. *p*) Kleinstes mediales Zellenlager. *q*) Hinterhorn. *r*) aufsteigende Fasern im Hinterhorn. *s*) Substantia gelatinosa.

Brusttheil als aus feineren, in dem Hals- und Lendentheil als aus breiteren Seitenbalken bestehend zu denken hat (Fig. 218. *A*, *B*, *C*).

Von hoher Bedeutung für das Verständniss des Rückenmarks ist das quantitative Verhältniss der weissen zur grauen Substanz. Dasselbe ist an verschiedenen Stellen des Organs durchaus kein sich gleich bleibendes, sondern ein sehr wechselndes. Bei vergleichender Betrachtung von Querschnitten, die

aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks genommen sind, tritt hier dem Beobachter vor Allem die Thatsache entgegen, dass die Anschwellungen in dem Nacken und Lendentheile allein auf Rechnung der grauen Substanz kommen. Ferner lehrt die Vergleichung solcher Querschnitte, dass die Masse der weissen Substanz von unten nach oben zwar nur allmählich, aber unverkennbar zunimmt, was in überzeugendster Weise die drei vorliegenden rücksichtlich der Vertheilung der grauen und weissen Substanz mit photographischer Treue gezeichneten Querschnitte des menschlichen Hals-, Brust- und Lendenmarks zeigen. In dem sich mehr und mehr verjüngenden Conus medullaris nimmt die weisse Substanz in dem Verhältniss zur grauen immer mehr ab und an dem Uebergang der Rückenmarksspitze in das Filum terminale schwindet die weisse Substanz fast gänzlich.

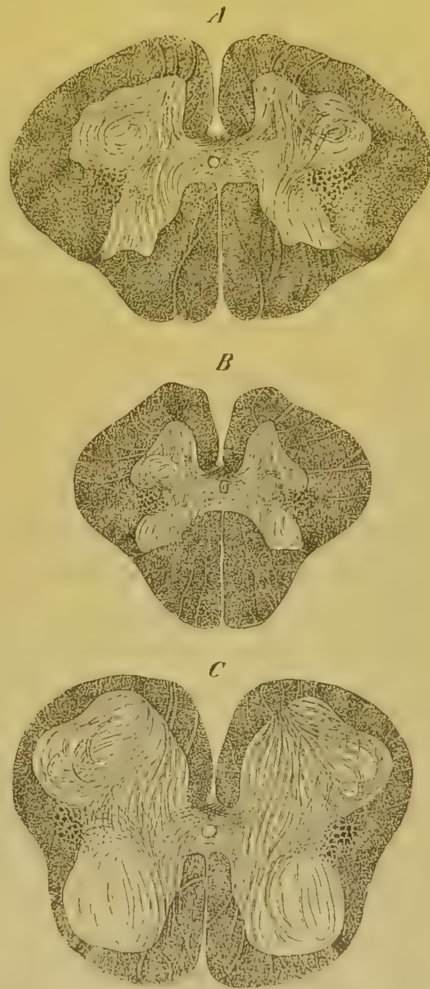


Fig. 218. Querschnitt aus verschiedenen Höhen des Rückenmarks eines halbjährigen Kindes. Vergr. 8. *A*) Aus der Mitte der Halsanschwellung. *B*) Aus der Mitte des Brusttheils. *C*) Aus der Mitte der Lendenanschwellung.

Die weisse Substanz des Rückenmarks enthält von nervösen Elementen starke und mittelstarke Nervenfasern, sowie daneben Bindegewebe und Gefässe, die graue Substanz neben breiteren sich häufig theilenden Nervenfasern die feinsten mir bekannten fasrigen Elemente des Nervensystems, die netzartig verbunden in Beziehung zu den Nervenzellen treten, welche im Gegensatz zur weissen Substanz einen Hauptbestandtheil der grauen bilden.*) Von nicht nervösen Elementen finden sich ausser den hier weit reichlicher, als in der weissen Substanz vorhandenen Gefässen, deren Capillaren hier ein viel engeres Netz bilden, Epithelien, welche den Centralkanal auskleiden und Bindegewebe, das sowohl in der unmittelbaren Nähe des Centralkanals (Fig. 217 *h*,) wie in den Hinterhörnern als Substantia gelatinosa von Rolando (Fig. 217 *s*) besonders reichlich vertreten ist.

*) In dem Brusttheile des menschlichen Rückenmarks finden sich in den aus Bindesubstanz bestehenden Septulis des Theiles der Seitenstränge, welcher der grauen Substanz sehr nahe liegt, auch schon vereinzelte kleinere Nervenzellen. In dem Rückenmark des Rindes und Schaafes sind diese Zellen reichlicher vorhanden.

Die weisse Substanz des Rückenmarks.

Die weisse Substanz des Rückenmarks ist von einer Schichte Bindegewebes umgeben, welche der Pia mater angehört. Diese Schichte bleibt auch nach der Entfernung der Pia mater, welche man von dem Rückenmark Neugeborner und jugendlicher Individuen in langen Fetzen durch einen in der Richtung von oben nach unten geübten Zug leicht entfernen kann, immer an dem Rückenmark haften. Die Ursache dieser Erscheinung liegt theils darin, dass diese Schichte in continuirlicher fester Verbindung mit dem Bindegewebe des Rückenmarks steht, theils darin, dass die Faserung des Bindegewebes, welches dem abziehbaren Theile der Pia mater angehört, eine wesentlich longitudinale Richtung hat, während die an dem Rückenmark haftende Schichte hauptsächlich aus circulär gefasertem Bindegewebe besteht. Das longitudinale Bindegewebe der abziehbaren Pia mater steht aber mit dem an dem Rückenmark haftenden Bindegewebe von circulärer Faserung in continuirlicher Verbindung. Von der grösseren oder geringeren Festigkeit dieses letzteren hängt es ab, ob die Pia mater leichter oder schwieriger von dem Rückenmark entfernt werden kann.*) Beide Abtheilungen der Pia mater dringen bis auf den Grund des Sulcus longitudinalis anterior, d. h. bis zur vorderen weissen Commissur ein, während in den Sulcus longitudinalis posterior nur die innere an dem Rückenmark haftende Schichte der Pia mater bis zur hinteren grauen Commissur in gerader Richtung sich einsenkt. Dieses Septum posterius verbindet beide Hinterstränge so innig, dass von einem Sulcus longitudinalis posterior in strengem Wortsinne nicht gut die Rede sein kann. Damit dürfte die anatomische Streitfrage über die Existenz eines Sulcus longitudinalis posterior ihre Erledigung gefunden haben.

Das Septum posterius ist jedoch nicht der einzige Fortsatz des das Rückenmark umgebenden Bindegewebes in das Innere des Organs, sondern man beobachtet an Querschnitten sehr zahlreiche derartige Septula, welche die weisse Substanz durchsetzend bis zur grauen vordringen und dabei auf die vielfachste Weise sich unter einander verbinden. Der Unterschied zwischen diesen von allen Seiten in das Rückenmark eintretenden Septula und dem Septum posterius liegt darin, dass letzteres in gerader Richtung bis zur hin-

*) Wie leicht zerreissbar bisweilen dieses formlose Bindegewebe ist, beobachtete ich an einer Kinderleiche, welche mir vor Jahren als Merkwürdigkeit aus einer benachbarten Stadt mit der Bemerkung zugesandt worden war, dass es sich hier um ein Rückenmark von dem kein einziger Nerv abgehe, handele. Der Wirbelkanal war noch uneröffnet, aber das daraus bereits entfernte und vollständig gut erhaltene Rückenmark, von welchem die ganze Pia mater und damit natürlich auch die Nervenwurzeln abgezogen, war beigepackt. In diesem allerdings seltenen Falle war es durch einen Zufall gelungen, das ganze Rückenmark durch einen Zug nach oben, aus dem geschlossenen Wirbelkanal herauszuziehen, während die Pia mater und die übrigen Rückenmarkshäute mit den Nervenwurzeln in dem Wirbelkanal zurückblieben.

teren grauen Commissur verläuft, während die ersteren, sich nach Art der Rippen eines Pflanzenblattes verästelnd und verbindend keine bestimmte Verlaufsrichtung erkennen lassen. Wir haben uns demnach das Bindegewebe der weissen Substanz als ein Netzwerk breiterer und feinerer Bälkchen zu denken, in dessen Maschen die meist longitudinal verlaufenden Nervenröhren eingelagert sind. Der Verlauf der Gefässe schliesst sich an den der Bindegewebebälkchen an. Was die Stärke dieser Bälkchen betrifft, so lässt sich der Durchmesser derselben an Querschnitten leicht ermitteln. Die stärksten, von der das Rückenmark umgebenden Bindegewebeschichte unmittelbar abgehend, messen 0,015 bis 0,020 Mm. und verfeinern sich durch wiederholte Theilungen zu 0,008 Mm. Der Flächeninhalt der von diesen Bälkchen begränzten und meist mehr oder weniger rhombisch gestalteten Lücken beträgt nach an Querschnitten vorgenommenen Messungen 0,03 bis 0,09 □Mm.

Diese das Rückenmark unmittelbar umgebende Schichte und das von derselben ausgehende Balkennetz besitzt ganz eigenthümliche Structurverhältnisse, welche zur Aufstellung eines eigenen Gewebes, des sogenannten Nervenkitts, der Neuroglia, Veranlassung gegeben haben. Der äussere, mächtigere Theil der umgebenden Schichte, sowie die Mitte der von derselben abgehenden Bälkchen hat noch den bekannten Bau des fibrillären Bindegewebes und besteht aus leicht wellig gebogenen Zügen feinster Bindegewebefibrillen, welche horizontal im Verhältniss zur vertikalen Körperaxe verlaufen. Nach Behandlung mit Alkalien, wodurch die Fibrillen zum Verschwinden gebracht werden, treten einzelne feinere elastische Fasern auf. An Chrompräparaten, welche mit Karminlösung behandelt wurden, sieht man, am schönsten nach Zusatz sehr verdünnter Essigsäure, auch zellige Elemente mit stark gefärbten Kernen und mehr oder weniger zahlreichen, bisweilen verzweigten Ausläufern, welche sich hier verhältnissmässig leicht isoliren lassen, was wohl die Folge der längeren Einwirkung der Chromverbindungen ist.

In der unmittelbaren Nähe der Lücken ändert sich aber das mikroskopische Bild unseres Gewebes. Es schwinden die Fibrillen und statt ihrer erscheint eine äusserst feinkörnige Substanz, welche in continuirlicher Verbindung mit dem fibrillirten Gewebe stehend sich in die Lücken des Balkennetzes fortsetzt und dieselben in der Art ausfüllt, dass nur Raum für die meist vertikal verlaufenden Nervenfasern übrig bleibt, ein Verhältniss, das am schönsten an möglichst feinen Querschnitten zu Tage tritt. Hier sieht man die Querschnitte der Nervenfasern von dieser feinkörnigen Substanz unmittelbar umgeben und öfter an einzelnen Stellen runde Löcher, aus welchen die quer durchschnittenen Nervenfasern ausgefallen sind (Fig. 219 *B c*). Diese feinkörnige Substanz ist nach allen Richtungen von ausserordentlich feinen Fasern durchsetzt, welche sich auf das Vielfachste netzartig unter einander verbinden (Fig. 219 *A a*). Das nur an den dünnsten Schnitten deutlich auftretende mikroskopische Bild der feinkörnigen Substanz mit dem darin vorhandenen Netze feinster Fasern hat die meiste Aehnlichkeit mit der Grundsubstanz gewisser gelber oder Netz-

knorpel, wie dieselben z. B. aus dem Giessbeckenknorpel des Ochsen bekannt ist. Ueber die histologische Deutung dieses Netzes feinster Fasern sind die Ansichten getheilt. Kölliker*) betrachtet dasselbe als ein Netz sternförmiger Zellen, welche jedoch das Eigenthümliche zeigen, dass ihre Ausläufer zahlreich verästelt sind und sowohl unter einander, als mit denen benachbarter Zellen auf's reichlichste zusammenhängen. Henle und Merkel**) heben zwar die Aehnlichkeit dieses Fasernetzes mit der Faserung feiner elastischer Lamellen hervor, stellen die Fasern aber rücksichtlich ihres Calibers, ihres Lichtbrechungsvermögens, sowie ihrer chemischen Eigenschaften mit den Bindegewebefibrillen zusammen. Ich kann mich keiner dieser beiden Ansichten anschliessen, sondern betrachte dieses Fasernetz als dem elastischen Gewebe angehörig, wozu mich sowohl die auffallende Aehnlichkeit des Gewebes mit der Grundsubstanz gewisser elastischer oder Netzknorpel, sowie der Umstand veranlasst, dass diese Fasern, wie die elastischen der Einwirkung von Alkalien ziemlich lange widerstehen.

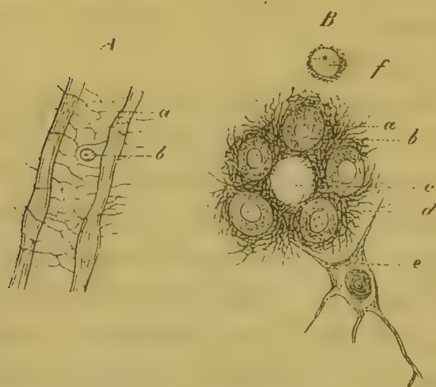


Fig. 219. *A.* Längsschnitt der weissen Substanz des menschlichen Rückenmarks. *a*) Elastische Fasern der Bindesubstanz. *b*) Zellenelement der Bindesubstanz. *B.* Querschnitt der weissen Substanz. *a*) Axenfaser. *b*) Markscheide. *c*) Lücke durch Herausfallen einer quer durchschnittenen Nervenfaser entstanden. *d*) Feinkörnige Bindesubstanz mit feinen elastischen Fasern. *e*) Entwickelte Bindegewebezelle mit Ausläufern. *f*) Junge Bindegewebezelle, deren Kern nur von wenig Protoplasma umgeben. Vergr. 300.

Ausser dem Fasernetze feinster elastischer Fasern finden sich in der feinkörnigen Grundsubstanz noch zellige Gebilde. Dieselben sind an verschiedenen Stellen bald näher, bald weiter von einander entfernt und zeigen alle Uebergangsformen des mit nur äusserst wenig Protoplasma umgebenen Zellenkerns (Fig. 219 *B f*) bis zu der vollständig ausgebildeten und mit Ausläufern versehenen Bindegewebezelle (Fig. 219 *Be.*) Nach längerer Einwirkung einer möglichst verdünnten Lösung von Carminammoniak färben sich, entsprechend dem Tinktionsgesetze todter Gewebe, am intensivsten die Kerne dieser Zellen, weniger, aber noch immer merklich das den Kern umgebende Protoplasma und, wenn vorhanden, die von demselben abgehenden Fortsätze, während das feine Fasernetz durchaus keinen Farbstoff aufnimmt, eine Thatsache, welche meiner Ansicht, dass dieses Fasernetz dem elastischen Gewebe angehört, keine geringe Stütze verleiht; denn bei methodischer Anwendung von Carminammoniak verhalten sich bekanntlich gegen diesen Farbstoff elastische Fasern vollkommen indifferent.

---

*) Handbuch der Gewebelehre. Fünfte Auflage. Pag. 267.

**) Zeitschrift für rationelle Medicin. Dritte Reihe. Bd. 24. Pag. 56.

Nach dem Gesagten kann man in dem die Nervenfasern unmittelbar umgebenden Gewebe in der eigentlichen Neuroglia, welche sich ganz in derselben Weise auch in der grauen Substanz des Rückenmarks wiederfindet, kaum etwas Anderes sehen, als ein eigenthümlich modificirtes Bindegewebe, dessen halbweiche Grundsubstanz statt fibrillirt, feinkörnig, oder wenn sich die Beobachtungen von Walther*), welche an dem lebenden gefrornen Gehirne angestellt wurden, bestätigen sollten, structurlos wäre. In dem letzteren Falle müsste die feinkörnige Beschaffenheit der Neuroglia als durch Gerinnungen bedingt angesehen werden, hervorgebracht durch die vorausgehende längere Behandlung mit erhärtenden Flüssigkeiten. Diese feinkörnige oder vielleicht primär structurlose Grundsubstanz ist, wie es ja auch nicht ganz selten in dem gewöhnlichen fibrillirten Bindegewebe (seröse Häute) vorkommt, nach allen Richtungen von Netzen feiner elastischer Fasern durchzogen, und in derselben befinden sich die zelligen Elemente, die Bindegewebskörperchen in den verschiedensten Stadien der Entwicklung. Ueber die Herkunft der letzteren haben Henle und Merkel**) ausgehend von den bekannten Beobachtungen von Cohnheim über Eiterbildung eine sehr ansprechende Hypothese aufgestellt, nach der dieselben als ausgetretene farblose Blutkörperchen zu betrachten wären.

Die Nervenfasern der weissen Substanz haben als wesentlichen Bestandtheil die Axenfaser, oder den Axencylinder, dessen Durchmesser in einem ziemlich constanten Verhältniss zur Breite der betreffenden Nervenfaser steht, indem derselbe den dritten bis vierten Theil der Faserbreite beträgt. An in Chromsalzen leicht gehärteten Präparaten lässt sich nach Anwendung von Alkalien ein feinstreifiges Verhalten der Axenfaser bei starken Vergrösserungen nicht verkennen und ich schliesse mich, was die feinere Structur der Axenfaser betrifft, ganz der trefflichen Beschreibung an, welche davon M. Schultze in diesem Werke***) gegeben hat. Ein zweiter kaum je in vollständig entwickelten Nervenfasern der weissen Substanz fehlender Bestandtheil ist das Nervenmark oder die Markscheide, rücksichtlich deren histologischen und mikrochemischen Verhaltens ich gleichfalls auf die Arbeit von M. Schultze verweise. An feinen Querschnitten des Rückenmarks tritt namentlich nach Behandlung mit Carminammoniak die Differenz zwischen Axenfaser und Markscheide auf das Deutlichste zu Tage. Jede Nervenfaser erscheint hier unter der Form des bekannten Kalenderbildes der Sonne, und zwar in der Mitte ein intensiv roth gefärbter dicker Punkt, die Axenfaser, umgeben von einem stark lichtbrechenden ungefärbten breiten Ringe, der Markscheide (Fig. 219 *B a b*). Nicht ganz selten zeigt an Querschnitten die Markscheide eine mehr oder weniger stark ausgesprochene concentrische Schichtung. Ob dieses Verhalten als ein eigenthümliches Gerinnungsphänomen, oder als der Ausdruck einer

*) Medic. Centralblatt. Jahrg. 1868. Pag. 450.
) L. c. Pag. 79. *) Pag. 110.

schichtenweisen Anlagerung an die Axenfaser, welche, wie die Entwickelungsgeschichte lehrt, früher, als die Markscheide auftritt, anzusehen sei, wage ich nicht zu entscheiden.

Die an den markhaltigen peripherischen Nervenfasern vorhandene Schwann'sche Scheide wird den Fasern der Centralorgane abgesprochen. In der That ist an isolirten Nervenfasern der weissen und grauen Substanz von dieser Scheide Nichts zu sehen. Es läge aber immer noch in dem Bereiche der Möglichkeit, dass dieselbe nicht gänzlich fehle, aber deshalb an Isolationspräparaten nicht zur Darstellung gebracht werden könne, weil sie innig mit der Neuroglia verwachsen sei. Für diese Auffassung ist der Umstand verlockend, dass an Querschnitten der weissen Substanz die Gränze zwischen Markscheide und Neuroglia durch eine scharfe Linie, die man als den Ausdruck der Schwann'schen Scheide nehmen könnte, angedeutet ist. Ferner scheint dafür die Thatsache zu sprechen, dass die Schwann'sche Scheide nach ihren mikrochemischen Reaktionen entschieden dem elastischen Gewebe angehört, die von mir in der Neuroglia nachgewiessenen feinen elastischen Fasern sich aber bis hart an die Gränze der Markscheide verfolgen lassen und hier, wie man namentlich gut an feinen leicht comprimirten Längsschnitten sehen kann, oft scharf abgeschnitten endigen (Fig. 219 *A*). Da an eine Continuität der elastischen Fasern mit der Markscheide schon wegen der Differenzen in der chemischen Constitution beider Gewebe nicht gedacht werden kann, liegt der Gedanke ausserordentlich nahe, dass hier die elastischen Fasern mit der gleichfalls elastischen und mit der Neuroglia verwachsenen Schwann'sche Scheide zusammenfliessen. Ist diese Ansicht begründet, so gewinnt die Existenz eines Netzes feiner elastischer Fasern in der Neuroglia eine kaum zu verkennende physiologische Bedeutung, nämlich die eines Schutzmittels für die nervösen Elemente, welches gerade hier bei den verschiedenen Zerrungen und Dehnungen, denen das Rückenmark bei der Beweglichkeit der Wirbelsäule ausgesetzt ist, an seinem Platze zu sein scheint.

Theilungen von Nervenfasern habe ich in der weissen Substanz nicht sicher feststellen können, während andere Beobachter*) sie namentlich an feinen Fasern gesehen haben wollen.

Die Breite der Nervenfasern der weissen Substanz ist keine constante, wie sich am besten aus einer Vergleichung der Faserbreite an verschiedenen Stellen des Rückenmarkquerschnitts ergiebt. Die breitesten Nervenfasern von 0,012 bis 0,020 Mm. finden sich in dem an den Sulcus longitudinalis anterior gränzenden Theile der Vorderstränge. Hier ist auch der Breitenunterschied zwischen den verschiedenen in einer Lücke gelegenen Nervenfasern weniger auffallend. In den Seitensträngen dagegen kommen in einer und derselben Lücke Nervenfasern von 0,014 bis 0,018 Mm. und daneben massenhaft Fasern

*) O. Deiters Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von Max Schultze 1868. Pag. 110.

vor, die nur einen Durchmesser von 0,004—0,006 und 0,008 Mm. besitzen. In den peripherischen Lücken herrschen die breiten, in den inneren, der grauen Substanz näher gelegenen Lücken die feineren Fasern vor. Regelmässiger gestalten sich wieder die Verhältnisse rücksichtlich der Breite der Fasern in den Hintersträngen, in welchen die Fasern um so breiter werden, je weiter sie nach vorn d. h. je näher sie der hinteren grauen Commissur zu liegen kommen. An letzterer Stelle haben die Nervenfasern der Hinterstränge einen Durchmesser von 0,014 Mm., während die nach hinten immer feiner werdenden, in ihrer Breite auf 0,005—0,008 Mm. heruntergehen. Aus ganz feinen, unvermischt mit breiten Fasern bestehen die an dem oberen Brusttheil und in dem ganzen Halstheil sich gegen die Medianlinie von den Hintersträngen durch ein stärkeres Septum abzweigenden Faserzüge,*) welche auf dem Querschnitt als Keile erscheinen, deren spitzer Theil nach vorwärts und einwärts, deren dicker Theil nach rückwärts gerichtet ist, vergl. Fig. 218 *A*. In dem Rückenmark der Thiere sind die Differenzen in dem Durchmesser der Nervenfasern viel beträchtlicher als in jenen des Menschen; die grössten Verschiedenheiten finden sich in dem Rückenmark der niedersten Wirbelthiere.

Was das quantitative Verhältniss zwischen den Nervenfasern und der bindegewebigen Neuroglia betrifft, so verhalten sich, soweit sich dieses an Querschnitten beurtheilen lässt, die Vorderstränge und Seitenstränge gleich; nur in der Partie der Seitenstränge, welche an die graue Substanz gränzen, scheint mehr Bindesubstanz vorhanden zu sein. Auch die Hinterstränge sind daran etwas reicher, als die Vorder- und Seitenstränge; besonders gilt dieses von der medialen Abtheilung der Hinterstränge des Halsmarkes den Goll'schen Keil- oder Burdach's zarten Strängen, welche deshalb an gelungenen Carminpräparaten etwas mehr geröthet erscheinen, als die übrigen Partien der weissen Substanz.

Rücksichtlich der Verlaufsweise sind in der weissen Substanz des Rückenmarks vertikale, horizontale und schräg verlaufende Nervenfasern zu unterscheiden.

Weitaus am reichlichsten sind die vertikalen Fasern vorhanden, welche den Hauptbestandtheil der Rückenmarksstränge darstellen und zu breiteren oder feineren Faserzügen vereinigt, parallel neben einander gelagert nach der Medulla oblongata aufsteigen. Die Abgränzungen der verschiedenen Faserzüge von einander vermitteln die auf dem Querschnitt als bindegewebige Septula erscheinenden Fortsätze der inneren Abtheilung der Pia mater. Eine Ueber-

*) Es sind dieses die zuerst von Burdach als zarte Stränge beschriebenen Partien der Hinterstränge, welche Kölliker Goll'sche Keilstränge nannte, ein wie mir scheint aus dem Grunde nicht glücklich gewählter Name, weil Burdach die Hinterstränge des Halsmarkes in die zarten Stränge d. i. in die Goll'schen Keilstränge und in die Keilstränge trennte, unter welchen letzteren er den lateralen Rest der Hinterstränge des Halsmarkes nach Abgabe der medialen zarten Stränge verstand.

einanderlage, ja sogar eine Verflechtung dieser Faserzüge wird allerdings an Längsschnitten nicht selten beobachtet; allein meiner Ansicht nach haben diese Bilder von Verflechtung der Faserbündel in dem Rückenmark unterhalb der Medulla oblongata ihren Grund meist darin, dass es ausserordentlich schwierig ist reine vertikale Längsschnitte des Rückenmarks darzustellen. Der grösste Theil unserer als Längsschnitte in Anspruch genommener Präparate sind in der That mehr oder weniger Schrägschnitte und an solchen kann es natürlich nicht befremdlich erscheinen, wenn statt einfacher Nebeneinanderlage

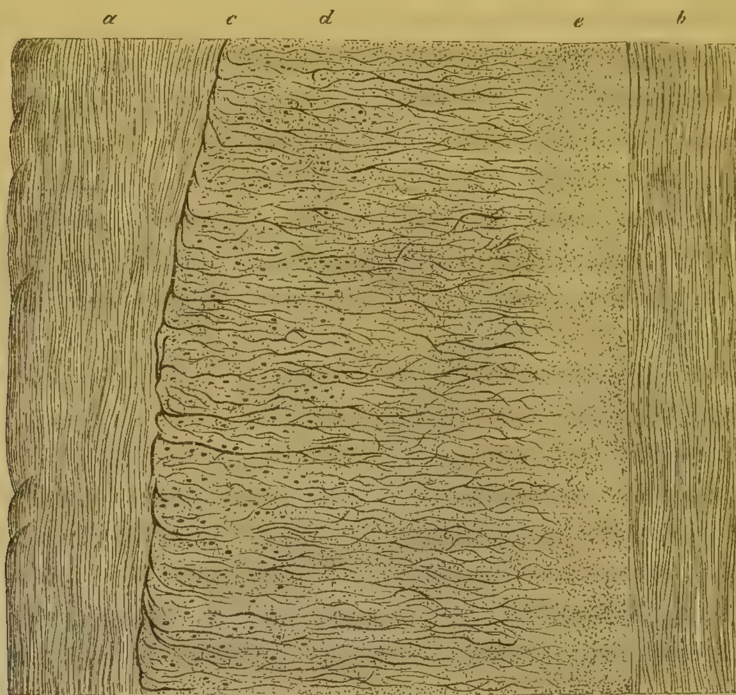


Fig. 220. Längsschnitt einer Rückenmarkshälfte von Rechts nach Links in der Mitte der Vorderhörner aus dem Lendentheil des menschlichen Markes mit Chlorpalladium und Goldchlorid-Kalium behandelt, wobei die Faserung namentlich in dem lateralen Theile der grauen Substanz ausserordentlich scharf hervortrat. Vergröss. 50. *a*) Seitenstrang. *b*) Vorderstrang. *c*) Eintritt der Fasern des Vorderhorns in den Seitenstrang, um darin aufzusteigen. *d*) Laterale Partie des Vorderhorns mit Fasern und den Zellen des lateralen Lagers. *e*) Mediale Partie des Vorderhorns.

Uebereinanderlage, ja sogar Verflechtung von Faserzügen zu beobachten ist. Eigentliche Verflechtungen und Uebertritt von Fasern eines Fascikels in einen benachbarten konnte ich mit Sicherheit nur in dem medialen Theile der Seitenstränge constatiren.

Horizontal verlaufende Fasern kommen an folgenden Stellen der weissen Substanz des Rückenmarks vor:

1) In der vorderen weissen Commissur, wo die horizontal verlaufenden Fasern an Querschnitten leicht zu constatiren sind. Dieselben erscheinen hier unter dem Bilde einer exquisiten Kreuzung (Fig. 217 *f*) und (Fig. 226 *i*), womit aber durchaus nicht der Beweis für eine Kreuzung der Vorderstränge gegeben

ist. Im Gegentheil stammen nach meinen Beobachtungen alle horizontal verlaufende Fasern der vorderen weissen Commissur, welche zu dem Vorderstrang der entgegengesetzten Seite treten, um dort weiter nach dem Gehirne aufzusteigen aus der grauen Substanz des Vorderhorns in der Art, dass die aus dem rechten Vorderhorn kommenden Fasern in dem linken Vorderstrang und jene aus dem linken Vorderhorn kommenden in dem rechten Vorderstrang aufwärts steigen (Fig. 226). Um aber diesen Verlauf machen zu können, müssen diese Fasern nothwendig die Medianebene durchsetzen. Der Ort, an welchem

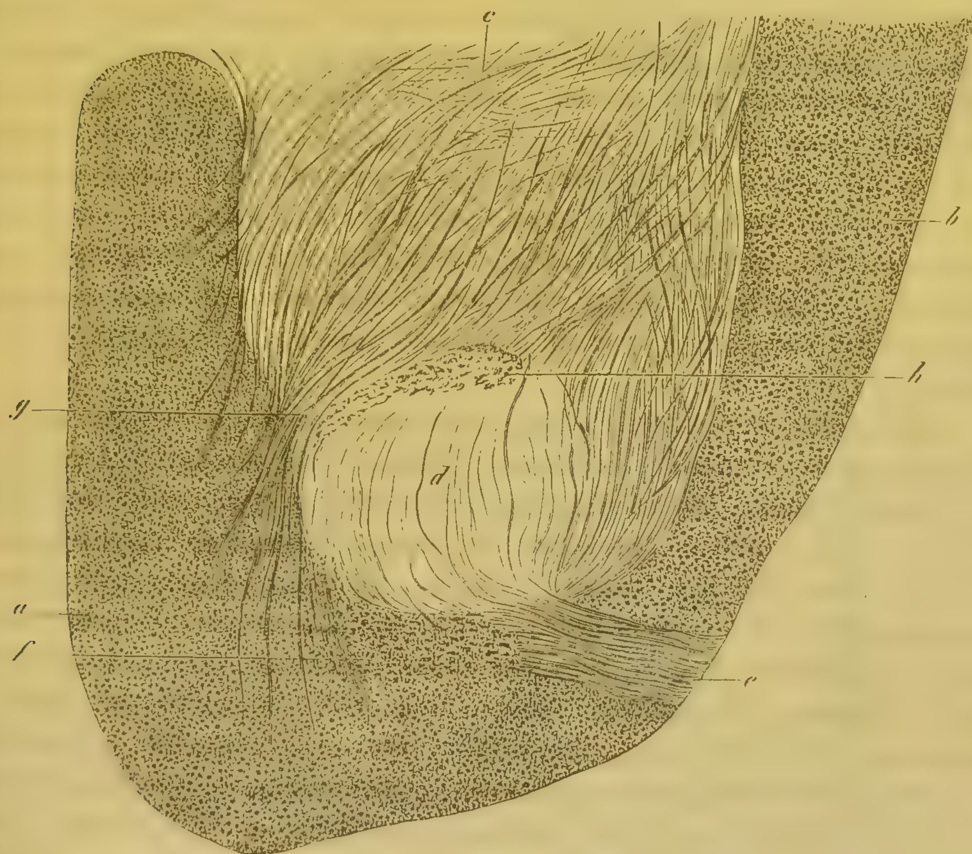


Fig. 221. Querschnitt einer hinteren Hälfte des menschlichen Rückenmarks aus der Lendenanschwellung mit Goldchloridkalium behandelt und aussergewöhnlich deutlicher Faserung der grauen Substanz der Hinterhörner. Vergröss. 50. *a*) Hinterstrang. *b*) Seitenstrang. *c*) Faserung des Hinterhorns. *d*) Substantia gelatinosa. *e*) Hintere Nervenwurzeln. *f*) Fasern der hinteren Wurzeln, welche vor Eintritt in die graue Substanz eine Strecke in dem Hinterstrang auf und vielleicht auch absteigen. *g*) Horizontale Fasern, welche von dem Hinterhorn in die Hinterstränge und von dem Hinterstrang in das Hinterhorn eintreten. *h*) Vor der Substantia gelatinosa gelegene und in dem Hinterhorn aufsteigende Faserzüge.

dieses geschieht, ist eben die vordere weisse Commissur. Für diese Auffassung spricht auch noch besonders der Umstand, dass die weisse Commissur an den Stellen des Rückenmarks, an welchen die graue Substanz reichlicher vorhanden, breiter ist, als an jenen, an welchen die graue Substanz zurücktritt.

2) Die zweite Stelle, an welcher horizontal verlaufende Fasern vorkom-

men, ist an der medialen Gränze der Seitenstränge dicht an der grauen Substanz (Fig. 220 *c*). Es sind dieses diejenigen Fasern, welche lateral aus der grauen Substanz der Vorderhörner austreten, um in den Seitensträngen nach oben zu verlaufen. An der Umbiegungsstelle haben dieselben in einer ganz kurzen Strecke eine horizontale Richtung. Ein ähnliches Verhalten zeigen gewisse Fasern der Hinterstränge, welche continuirlich mit den vor der Substantia gelatinosa gelegenen Fasern der Hinterhörner zusammenhängen (Fig. 221 *g*). Dieselben haben, wie mit Goldchloridkalium behandelte Querschnitte deutlich zeigen, in den Hintersträngen auf längere Strecken eine rein horizontale Richtung. Während es aber bei den horizontalen Fasern der Seitenstränge ziemlich sicher feststeht, dass dieselben aus der grauen Substanz in die Seitenstränge eintreten, um hier weiter zu verlaufen, lässt es sich bei den horizontalen Fasern der Hinterstränge nicht genau bestimmen, ob dieselben aus der grauen Substanz der Hinterhörner kommend, in den Hintersträngen weiter verlaufen, oder ob dieselben jener Abtheilung der hinteren Wurzelfasern angehören, welche, bevor sie sich in die Hinterhörner einsenken, in den Hintersträngen gewisse Strecken auf- oder niedersteigen um dann erst in den Hintersträngen umzubiegen und in die graue Substanz der Hinterhörner einzutreten.

3) Als ziemlich rein horizontal verlaufende Fasern der weissen Substanz des Rückenmarks sind auch die hinteren Wurzelfasern anzusehen, welche fast ganz in der Richtung von aussen nach der Medianlinie verlaufen (Fig. 221 *c*) und daher an sagittalen Längsschnitten quer durchschnitten erscheinen (Fig. 229 *g*). Ein Theil der den hinteren Wurzeln angehörigen Fasern und zwar der laterale behält in der weissen Substanz den rein horizontalen Verlauf und tritt direkt in die Substantia gelatinosa der Hinterhörner ein, die mediale Abtheilung der hinteren Wurzelfasern dagegen (Fig. 221 *f*) biegt in den Theil der Hinterstränge, welcher an die Substantia gelatinosa gränzt, um, erhält damit eine vertikale Richtung und steigt dann eine grössere, oder geringere Strecke in den Hintersträngen auf- und vielleicht auch abwärts, um erst später nochmals umbiegend in die vor der Substantia gelatinosa gelegene graue Substanz der Hinterhörner einzutreten. (Fig. 221 *g*).

Zu den schräg in der weissen Substanz des Rückenmarks verlaufenden Fasern gehören die vorderen Nervenwurzeln. An reinen Querschnitten sind dieselben desshalb immer nur stückweise zu beobachten (Fig. 217 *d*) während an sagittalen Längsschnitten die schräge Richtung ihres Verlaufes deutlich hervortritt (Fig. 229 *b*). Auch in dem obersten Theile des Halsmarks, aber noch viel ausgesprochener in der Medulla oblongata finden sich schräg verlaufende Fasern. Dieselben gehören der inneren Abtheilung der Seitenstränge an und verlaufen medial — und vorwärts; sie sind Nichts anderes, als die Anfänge der Pyramidenkreuzung, welche jedoch in der Medulla oblongata ihre grösste Ausdehnung und Vollendung erhält.

Die graue Substanz des Rückenmarks.

Wie in der weissen Substanz, so ist auch in der grauen jenes den Bindesubstanzen angehörige Gewebe, die Neuroglia, reichlich vertreten. Dieselbe bildet den Träger für die nervösen Bestandtheile der grauen Substanz und hängt mit dem gleichen Gewebe der weissen Substanz continuirlich zusammen. Allein sowohl das Septum posterius wie die übrigen Septula der weissen Stränge verlieren bei dem Eintritt in die graue Substanz die fibrillirte Beschaffenheit und nehmen den histologischen Charakter jenes Gewebes an, welches wir als Bindemittel der einzelnen Nervenfasern in den Stromalücken der weissen Substanz kennen gelernt haben. Etwas eigenthümlich verhält sich dieses Gewebe in der unmittelbaren Umgebung des Centralkanals und in dem Theile der Hinterhörner, der den Namen der Substantia gelatinosa führt. Davon wird bei der Beschreibung der einzelnen Abtheilungen der grauen Substanz weiter die Rede sein.

Die Nervenfasern der grauen Substanz sind ausserordentlich zahlreich und bilden jedenfalls die Hauptmasse derselben. Viele derselben besitzen eine Markscheide, viele sind aber auch als nackte Axenfasern zu betrachten, an welchen eine Markscheide nicht nachgewiessen werden kann. Von den Nervenfasern der weissen Substanz unterscheiden sie sich einmal durch sehr häufige Theilungen, welche an einer Faser wiederholt zu beobachten sind und damit in Zusammenhang durch eine viel geringere Breite, indem in dem Masse, als Theilungen eintreten, der Durchmesser der Fasern sinkt. Bestimmte Zahlenangaben über die Breite dieser Fasern sind desswegen nicht gut zu machen, weil von 0,004 bis 0,005 Mm. an, Fasern der verschiedensten Breite bis zu den fast unmessbar feinen vorkommen, welche letztere jedenfalls weitaus am reichlichsten vertreten sind. Die durch wiederholte Theilungen so äusserst fein gewordenen Nervenfasern treten zu engmaschigen Netzen zusammen, welche neben den Nervenzellen das eigenthümlich Charakteristische für die graue Substanz des Rückenmarks bilden. Diese Netze sind an dem ganz frischen Rückenmark gar nicht zu beobachten; aber selbst an dem mit Chromsalzen behandelten Rückenmark ist die Anwendung noch weiterer Reagentien nothwendig, um die Netze sichtbar zu machen. Da die Nervenfasernetze der grauen Substanz noch weniger bekannt sind, dürfte es angemessen sein, die Methoden zur Darstellung derselben kurz mitzutheilen.



Fig. 222. Theilweise markhaltige Nervenfasern mit wiederholten Theilungen isolirt aus der grauen Substanz der Hinterhörner eines mit Chromkali behandelten menschlichen Rückenmarks. Vergr. 300.

Der Anwendung der einen Methode, welche in Behandlung feiner Schnitte mit Goldchloridkalium besteht, muss eine gewisse Härtung des Rückenmarks vorausgehen. Hierzu ist eine 1- bis 2procentige Lösung von doppelt chromsaurem Ammoniak allen anderen Chrompräparaten vorzuziehen. In dieser Flüssigkeit erreichen in 15—20 Tagen kleinere Abschnitte des kindlichen Rückenmarks, die möglichst frisch eingelegt und bei niederer Temperatur aufbewahrt werden müssen, den zum Schneiden nöthigen Härtegrad. Die Netze treten um so schöner hervor, je kürzer die zum Härten der Rückenmarkstheile nöthige Zeit gewesen war. Zur Anfertigung der möglichst feinen Schnitte, welche nicht gerade einen vollständigen Querschnitt umfassen müssen, benutze ich das von mir*) in seiner Anwendung verbesserte Mikrotom von Welker. Die Schnitte werden in eine Lösung von 1 Theil Goldchloridkalium auf 10,000 Wasser, welches mit Salzsäure ganz schwach angesäuert wird, gebracht, worin sie 10 bis 12 Stunden liegen bleiben und allmählich sich ganz blasslilla färben. Nachdem die Schnitte in einer Lösung von 1 Theil Salzsäure auf 2 bis 3000 Theile Wasser abgewaschen, bringt man sie 10 Minuten in ein Gemenge von 1000 Theilen 60procentigen Alkohols und 1 Theil Salzsäure, dann noch einige Minuten in absoluten Alkohol, worauf man sie in Nelkenöl aufhellt und in Canadabalsam einschliesst. Zuerst sind dann die Nervenfasernetze noch nicht ganz deutlich, gewinnen aber nach 3 bis 4 Stunden sehr an Schärfe, um später, wenn die Goldlösung zu stark gewesen, oder wenn sie zu lange in der letzteren gelegen, sich so zu schwärzen, dass darunter wieder die Deutlichkeit des Bildes leidet.

Die zweite Methode, welche vor der ersteren noch den Vorzug hat, dass dadurch das Verhältniss des Nervenfasernetzes zu den Nervenzellen, welche bei der Behandlung mit Goldchloridkalium allein nicht deutlich hervortreten, zur Darstellung gelangt, besteht in einer eigenthümlichen Anwendung des Carminammoniaks. Da hierbei ganz frische, noch warme Rückenmarkstheile nothwendig sind, so wählt man am besten das Rückenmark des Kalbes oder des Ochsen. Von demselben schneidet man mit dem Rasirmesser möglichst feine Längsschnitte**) am besten durch die Vorderhörner und bringt sie unmittelbar in eine äusserst schwache Lösung von doppelt chromsaurem Ammoniak (1 Theil auf 5000 bis 10,000 Theile Wasser), worin dieselben bei kühler Temperatur 2 bis 3 Tage liegen bleiben. Hierauf werden dieselben in eine sehr verdünnte Lösung von Carminammoniak gebracht und erreichen darin nach 24 Stunden die zur weiteren Präparation nöthige Färbung. Unter der Lupe wird nun nach vorhergegangener Abspülung mit destillirtem Wasser mittelst Nadeln eine möglichst feine Zerfaserung der dünnsten Stellen der Schnitte, welche zugleich die bestgefärbtesten sind, vorgenommen, wobei die

*) J. Gerlach, zur Anatomie des menschlichen Rückenmarks. Med. Central. Jahrg. 1867. No. 24.

**) Je frischer das Rückenmark ist, um so leichter gelingt die Anfertigung feiner Schnitte; denn die Consistenz des Rückenmarks nimmt nach dem Tode rasch ab.

als dunkelrothe Punkte erscheinenden Nervenzellen leicht mit anhängenden Partien des Nervenfasernetzes zu isoliren sind. Die Präparate werden entweder in Glycerin aufbewahrt, oder man lässt noch besser das Wasser verdunsten und schliesst das trocken gewordene Object, nachdem man zuvor ein Minimum von Nelkenöl dazu gesetzt, in Canadabalsam ein.

Beide Methoden sind für die Untersuchung der grauen Substanz des Rückenmarks desshalb so äusserst wichtig, weil durch sie die Möglichkeit gegeben ist, die Fasern der Neuroglia, welche die gleiche Feinheit haben, aber weder durch Goldchloridkalium noch durch Carminammoniak eine Farbenveränderung erleiden, von wirklichen Nervenfasern zu unterscheiden. Aus dem Nervenfasernetz entwickeln sich breitere Fasern, welche mit anderen zu noch breiteren zusammenfliessen (Fig. 223) und die graue Substanz durchsetzend in die weisse Substanz der Stränge gelangen (Fig. 226, Fig. 220, Fig. 221), oder an die in den Hinterhörnern vorhandenen aus mittelbreiten Nervenfasern bestehenden Faserzüge sich anschliessen (Fig. 221 *h*).

Die Nervenzellen des Rückenmarks sind hüllenlose multipolare Zellenkörper, welche grosse homogene Kerne besitzen, die wieder ein mit einem aus-

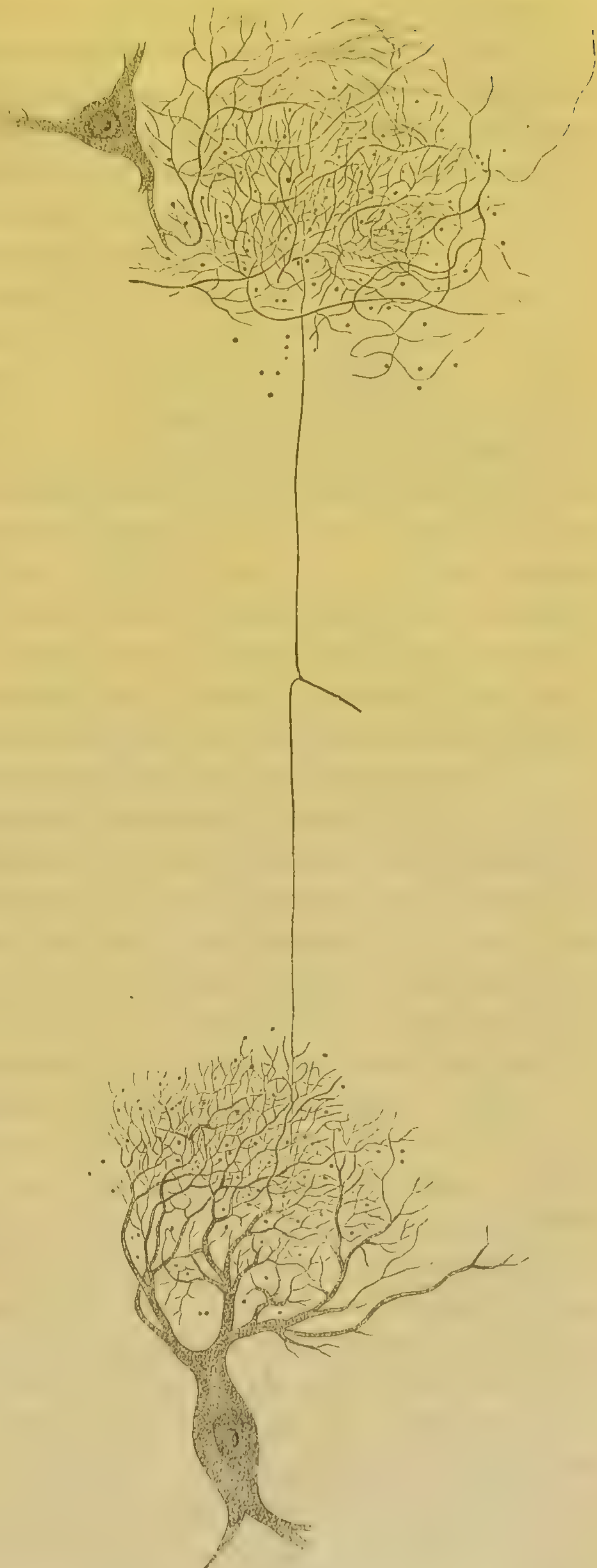


Fig. 223. Eine sich theilende Nervenfaser, deren beide Aeste mit dem Nervenfasernetz, welches mit zwei Nervenzellen in Verbindung steht, zusammenhängen. Carminammoniakpräparat aus dem Rückenmark des Ochsen. Vergr. 150.

nahmsweise selbst mit zwei Vacuolen versehenes Kernkörperchen einschliessen. Sehr häufig führen die Zellen Pigmentklümpchen, welche aus einer grösseren oder geringeren Anzahl von Körnchen bestehend, nicht selten selbst in einzelnen Fortsätzen anzutreffen sind. Die Form- und Grössenverhältnisse dieser Zellen sind ausserordentlich wechselnd und von 0,120 Mm. herab finden sich alle Zwischenstufen. Die grössten Zellen kommen in den Vorderhörnern, die kleinsten in den Hinterhörnern und die mittleren Durchmessers in jenem Zellenlager vor, das auf den Brusttheil des Rückenmarks beschränkt, seitlich und rückwärts von dem Centralkanal liegt und unter dem Namen der Clarke'schen Säulen bekannt ist. Während wir in dem Carminammoniak und in dem Goldchloridkalium zwei treffliche Reagentien besitzen, um das feine Fasergewebe der Neuroglia von wirklichen Nervenfasern zu unterscheiden, fehlen uns die Mittel einer scharfen Diagnose zwischen Nervenzellen und den zelligen Elementen der Bindesubstanz; denn von Carminammoniak werden beide in der gleichen Weise gefärbt und Goldchloridkalium äussert auf beide keine Einwirkung. Zwar ist bei den grösseren und mittleren Nervenzellen eine Verwechslung kaum möglich aber kleinste Nervenzellen dürfte selbst ein geübter Beobachter von gewissen zelligen Elementen der Bindesubstanz nicht leicht unterscheiden können.

In der neuesten Zeit sind in der Morphologie der Nervenzellen des Rückenmarks zwei wesentliche Fortschritte gemacht worden. Dahin gehört einmal die Entdeckung von Deiters *) über die Verschiedenheit der Fortsätze dieser Zellen und dann die Beobachtung von M. Schultze **) über die fibrilläre Beschaffenheit des Zellenkörpers und der Zellenfortsätze. In letzterer Beziehung kann ich nur auf Seite 128 u. f. dieses Werkes verweisen; dagegen fordert die Entdeckung von Deiters eine nähere Erörterung, da dieselbe von der grössten Bedeutung für die Ursprungsverhältnisse der Rückenmarksnerven ist.

Deiters fand zuerst die merkwürdige Thatsache, dass unter den zahlreichen Fortsätzen, welche von einer Nervenzelle abgehen, einer immer ungetheilt verlauft, während die anderen häufigen Theilungen unterliegen. Dieser ungetheilte Fortsatz, welcher entweder direkt von dem Körper der Zelle, oder auch von einem ihrer ersten breitesten Fortsätze entspringt, ist bei seinem Abgang von der Zelle sehr fein, wird aber allmählig breiter (Fig. 224 und 225); daher reisst derselbe bei der Präparation isolirter Nervenzellen ausserordentlich leicht an der Zelle ab, was sicher der Grund war, weshalb man nicht früher auf denselben aufmerksam wurde. An Chrompräparaten erscheint der ungetheilte Fortsatz mehr homogen, während die getheilten eine feinkörnige Beschaffenheit haben; übrigens hat dieser Unterschied beider Fortsätze an Bedeutung verloren, seitdem M. Schultze nachwies, dass in frischem Zustand der ungetheilte, wie die getheilten Fortsätze eine fein fibrillirte

*) L. c. Pag. 53 u. f.

**) Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonn 1868.

Structur besitzen. In einer grösseren oder geringeren Entfernung von der Nervenzelle erscheint der ungetheilte Fortsatz von Nervenmark umgeben und wird so zu einer wirklichen centralen Nervenfaser mit Markscheide und Axencylinder, welchen letzteren der ungetheilte Nervenfortsatz selbst bildet. Was aus dieser von einer Nervenzelle nachweisbar entspringenden Faser wird, ob dieselbe in den weissen Strängen zu dem Gehirn aufsteigt, oder ob dieselbe zur Wurzelfaser eines Rückenmarksnerven wird, ist bis jetzt noch nicht sicher ermittelt. Deiters nahm das Letztere an und nannte deshalb den ungetheilten Fortsatz den »Nervenfortsatz,« während er den getheilten den vielleicht weniger glücklich gewählten Namen »Protoplasmafortsätze« gab, an welchen Bezeichnungen, da sie einmal eingeführt sind, wir uns auch halten werden.

Drei Fragen sind es nun, welche sich bezüglich dieser Fortsätze dem unbefangenen Beobachter aufdrängen: 1) Welche Richtung nimmt der Nervenfortsatz und was wird schliesslich aus demselben? 2) Was wird aus den Protoplasmafortsätzen? und endlich 3) Besitzen sämmtliche Zellen des Rückenmarks Nervenfortsätze, oder giebt es auch solche, welche nur Protoplasmafortsätze aussenden?

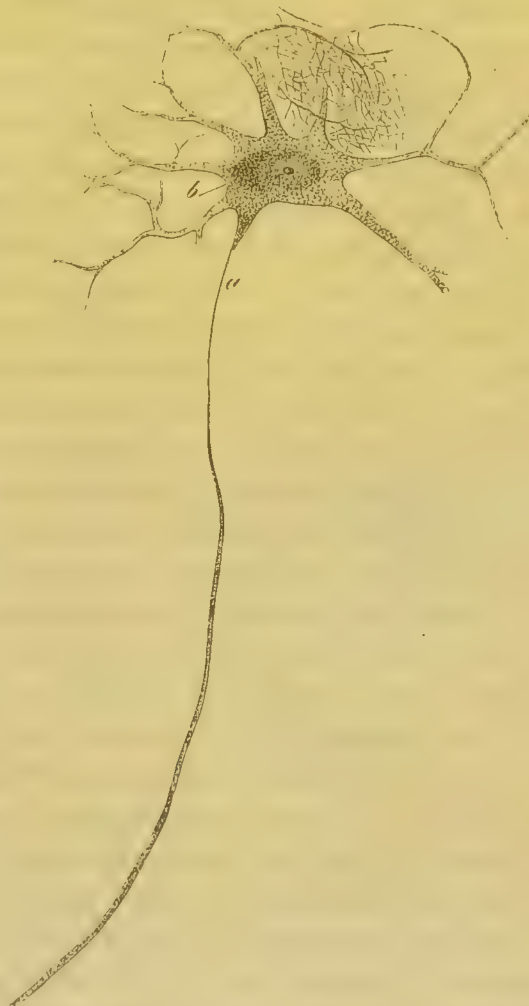


Fig. 224. Nervenzelle aus dem Vorderhorn des menschlichen Rückenmarks. *a*) Nervenfortsatz. *b*) Pigmentklümpchen. Vergr. 150.

Was die erste Frage betrifft, so war es ein entschieden glücklicher Griff von Deiters den Nervenfortsatz der Zellen mit dem Ursprung der Rückenmarksnerven in Beziehung zu setzen. Wenn auch die Verhältnisse nicht so einfach sind, wie sich Deiters dieselben dachte, der aus den Zellen der Vorderhörner die Fasern der vorderen Wurzeln und aus den Zellen der Hinterhörner jene der hinteren Wurzeln entspringen liess, so lässt sich doch soviel mit annähernder Sicherheit sagen, dass Deiters bezüglich des Ursprungs der vorderen Wurzeln das Richtige getroffen. Zwar gestatten die gegenwärtigen Hülfsmittel der Untersuchung noch nicht, die einer vorderen Wurzel angehörige Nervenfaser direkt bis zu einer Nervenzelle zu verfolgen; allein Querschnitte des Rückenmarks mit Gold-

chloridkalium und Längsschnitte mit Carminammoniak behandelt, liefern bisweilen Bilder, die kaum eine andere Deutung als die von Deiters gegebene zu lassen. An den ersteren sieht man die als vordere Wurzeln in die graue Substanz eintretenden Faserzüge ihre Richtung hauptsächlich nach den Zellenlagern der Vorderhörner nehmen, wobei sie dieselben meist bogenförmig umkreisen. Auch bis in die Zellenlager hinein kann man den vorderen Wurzeln angehörige Fasern verfolgen; aber das Verhältniss derselben zu den Nervenzellen entzieht sich deshalb einer genaueren Beobachtung, weil Goldchloridkalium auf die Nervenzellen gar nicht einwirkt und gerade an denjenigen Präparaten, an welchen sich der Faserverlauf durch dieses Reagens am schönsten darstellt, Nervenzellen fast nicht zu sehen sind. Dagegen gelingt es an Längsschnitten des Kalbsrückenmarks, welche in Ammon. bichrom. nur mässig erhärtet, sofort gut imbibirt und ausgewaschen sind, unter Anwendung eines gelinden Druckes einzelne von Zellen abgehende Nervenfortsätze direkt zu beobachten und auf längeren Strecken ihres Verlaufes zu verfolgen. Die Richtung dieser Nervenfortsätze geht stets horizontal nach vorn, während die vielfach verästelten Protoplasmafortsätze nach den verschiedensten Seiten ausstrahlen. Wenn es mir auch nicht gelang einen solchen Nervenfortsatz bis in die vorderen Wurzelfasern zu verfolgen, so spricht doch die wagerechte nach vorn gegen die Eintrittsstelle der vorderen Nervenwurzeln gerichtete Verlaufsweise in Verbindung mit der Thatsache, dass in der Nacken- und Lendenanschwellung des Rückenmarks mit der Vermehrung der Wurzelfasern auch die Nervenzellen zahlreicher werden, entschieden dafür, dass die Nervenfortsätze als die von Zellen abgehenden Anfänge der vorderen Wurzelfasern betrachtet werden müssen.

Weit schwieriger zu erforschen und daher auch noch dunkler sind die Ursprungsverhältnisse der hinteren Wurzeln. In den Hinterhörnern finden sich keine mehr oder weniger scharf umschriebenen Zellenlager, die Zellen sind mehr in dem Nervenfasernetz disseminirt und meist beträchtlich kleiner, als die der Vorderhörner; auch haben wir, wie schon erwähnt, kein Mittel, die kleinsten dieser Zellen von den zelligen Elementen der Neuroglia zu unterscheiden. Zwar hat schon Deiters auch an kleineren Nervenzellen, welche dem Gebiete der Hinterhörner anzugehören schienen, Nervenfortsätze nachgewiesen, aber über die Richtung derselben keine weiteren Angaben gemacht. Auch ich habe diese kleineren mit Nervenfortsätzen versehenen Zellen, welche hinter den Zellenlagern der Vorderhörner in dem Theile der grauen Substanz, den man weder zu den Vorder- noch Hinterhörnern zählen kann, sich finden, beobachtet, aber an mit Carminammon. behandelten Längsschnitten gesehen, dass der Nervenfortsatz dieser Zellen gleichfalls stets horizontal nach vorn verläuft; demnach sind auch diese kleineren Zellen, wie die grossen Zellen der Vorderhörner als Ursprungsstätten vorderer Wurzelfasern anzusehen. Erwägt man weiter, dass die Anzahl wirklich nachweisbarer Nervenzellen in den Hinterhörnern geringer ist, als in den Vorderhörnern, während wir schon lange

die anatomische Thatsache kennen, dass die hinteren Nervenwurzeln dicker als die vorderen sind und zugleich viel feinere Fasern führen, dass also die Zahl der auf dem Wege der hinteren Wurzeln das Rückenmark verlassenden Fasern weitaus grösser ist, als die jener Fasern, welche durch die vorderen Wurzeln von dem Rückenmark abgehen, so wird es in der That sehr unwahrscheinlich, dass die hinteren Wurzelfasern die gleichen Ursprungsverhältnisse haben, wie die vorderen. Dagegen weisen die namentlich in jenem Theile der Hinterhörner, welcher unmittelbar vor der Substantia gelatinosa liegt, so häufig vorhandenen Theilungen feinerer Nervenfasern darauf hin, dass die hinteren Wurzelfasern nicht direkt mit Nervenzellen zusammenhängen, sondern zunächst in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz eintreten, durch dessen Vermittlung erst die Beziehungen zwischen den hinteren Wurzelfasern und den Nervenzellen eingeleitet werden. Ist diese Ansicht, für welche an Goldpräparaten oft sehr sprechende Bilder sich finden, richtig, so wäre auch ein morphologisch durchgreifender Unterschied für die beiden physiologisch differenten Gattungen von Wurzelfasern gefunden.



Fig. 225. Nervenzellen aus dem Längsschnitt eines mit Carminammoniak behandelten Kalbsrückenmarks. *a a*) Nervenfortsätze, die horizontal nach vorn verlaufen. Vergr. 150.

Ueber die zweite der vorliegenden Fragen rücksichtlich des weiteren Verhaltens der Protoplasmafortsätze liegt gleichfalls schon eine Beobachtung von Deiters *) vor, der die feinsten Verästelungen dieser Fortsätze bisweilen von einer dunkelrandigen doppelten Contour umgeben und dieselben in einzelnen Fällen selbst sich noch weiter theilen sah. Auf diese Beobachtung gestützt hält Deiters diese letzten Ausläufer der Protoplasmafortsätze für nicht verschieden von den Axencylindern der feinsten Nervenfäserchen und betrachtet dieselben als ein System von mit den Ganglienzellen in Verbindung stehenden Nervenbahnen. Wäre Deiters noch einen Schritt weiter gegangen, so hätte er zur Entdeckung des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz gelangen müssen; allein

*) L. c. Pag. 65.

da er Carminammoniak bei Zerzupfungspräparaten gar nicht anwandte und die Goldmethode ihm noch unbekannt war, blieb ihm auch das Nervenfasernetz verborgen. Ich kann die angeführte Beobachtung von Deiters nur bestätigen, muss dieselbe aber dahin erweitern, dass die feinsten Verästelungen der Protoplasmafortsätze schliesslich sich an der Bildung des feinen Nervenfasernetzes betheiligen, das ich als einen wesentlichen Bestandtheil der grauen Substanz des Rückenmarks ansehe (vergl. Fig. 223). Die von Deiters schon beobachteten Theilungen feinster von einer dunkelrandigen doppelten Contour umgebener Protoplasmafortsätze sind eben Nichts anderes, als die Anfänge dieses Nervenfasernetzes. Die mit Nerven- und Protoplasmafortsätzen versehenen Zellen der grauen Substanz, hängen daher auf doppelte Weise mit nervösen faserigen Elementen des Rückenmarks zusammen einmal durch den Nervenfortsatz, welcher zur Axenfaser vorderer Wurzelröhren wird und dann durch die feinsten Verästelungen der Protoplasmafortsätze, welche zu Theilgliedern des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz werden.

Die dritte der oben aufgestellten Fragen in Betreff des ausnahmslosen Vorkommens des Nervenfortsatzes an allen Ganglienzellen der grauen Substanz des Rückenmarks ist deshalb so schwierig, weil an Schnittpräparaten der Nervenfortsatz nur ausnahmsweise sichtbar ist, an Zerzupfungspräparaten der Einwurf aber immer nahe liegt, dass der Nervenfortsatz an der dünnen Stelle, welche ihn mit der Zelle verbindet, abgerissen sei. Dass Deiters seinen wichtigen Fund auf alle Ganglienzellen des Rückenmarks ausdehnte, war natürlich: hatte er ja den Nervenfortsatz an grossen und kleineren Zellen nachgewiesen: Deiters spricht sich daher über die Möglichkeit des Vorkommens nervenfortsatzloser Zellen gar nicht aus. Ich glaubte der Frage dadurch näher treten zu können, dass ich eine bestimmte Gruppe von Nervenzellen, die zu den mittelgrossen gehören und nahebei in der Mitte des Markes, also ziemlich gleichweit entfernt von der Eintrittsstelle der vorderen und hinteren Wurzeln in der grauen Substanz gelagert sind, auf diesen Punkt speciell untersuchte. Es ist dieses das schon erwähnte auf dem Brusttheil des Rückenmarks beschränkte Zellenlager, welches man Clarke'sche Säulen nennt. Da am frischen Rückenmark diese Zellengruppe nicht leicht zu finden ist, wählte ich Präparate, welche in Ammon. bichrom. ganz leicht und zwar nur soweit erhärtet waren, dass man gerade Querschnitte von denselben anfertigen konnte. Diese wurden mit Carminammoniak imbibirt und dann in Glycerin gelegt, worin sie bald jenen Grad von Weichheit erlangten, dass sie zur Anfertigung von Zerzupfungspräparaten geeignet waren. An derartig zubereiteten Rückenmarksschnitten konnte ich unter der Lupe mit Leichtigkeit an den grossen Zellen der Vorderhörner und auch an kleineren aus der Mittelparthie der grauen Substanz den Nervenfortsatz auf weitere Strecken isoliren. An den Nervenzellen der Clarke'schen Säulen gelang es mir dagegen niemals einen Nervenfortsatz aufzufinden. Da ich in der Darstellung der Nervenfortsätze eine

ziemliche Uebung besitze und dieselben, selbst wenn sie kurz abgerissen sind, nicht leicht übersehe, so glaube ich es als ziemlich sicher aussprechen zu können, dass nicht alle Ganglienzellen Nervenfortsätze besitzen. Demnach müssen wir in dem Rückenmark zwei morphologisch verschiedene Arten von Nervenzellen annehmen, von denen die einen direkt mit den vorderen Wurzelfasern und dem Nervenfasernetze der grauen Substanz, die anderen aber nur mit dem letzteren in Verbindung stehen.

Es liegt ausserordentlich nahe, diesen anatomisch scharf geschiedenen Nervenzellen des Rückenmarks auch eine verschiedene physiologische Bedeutung beizulegen, obgleich ich nicht verkenne, dass es immer eine missliche und sehr gewagte Sache ist, aus rein morphologischen Thatsachen physiologische Schlüsse zu ziehen. Auch können die gerade in dieser Beziehung an dem Rückenmark gemachten Versuche nicht zur Nachahmung auffordern. JACUBOWITZSCH*) übertrug bekanntlich das BELL'sche Gesetz, welches mit mehr, oder weniger Glück schon auf die Rückenmarksstränge angewandt worden war, auch auf die graue Substanz des Rückenmarks und nahm die grossen Zellen der Vorderhörner als motorische, die kleinen Zellen der Hinterhörner dagegen als sensible Elemente in Anspruch obgleich jedem halbwegs gebildeten Arzte die Thatsache bekannt ist, dass in dem von der Medulla oblongata getrennten Rückenmark weder die Bedingungen der willkürlichen Bewegung noch jene der Empfindung gegeben sind. In dem Rückenmark können daher weder Elementartheile liegen, welche den Impuls zur Bewegung geben noch solche, in welchen Empfindung gebildet wird. Von den verschiedenen centralen Thätigkeiten, welche dem Cerebrospinalorgan zukommen, sind in dem Rückenmark nur noch zwei vorhanden, die reflektorische und die automatische. Es ist daher sehr einladend, diese beiden verschiedenen Arten von centralen Leistungen sich an die beiden verschiedenen Arten von Zellen des Rückenmarks gebunden zu denken und zwar die jedenfalls wichtigere reflektorische an die auch reichlicher vorhandenen Zellen mit Nervenfortsätzen, die automatische dagegen an jene Zellen, welche nur Protoplasmafortsätze besitzen. Für diese Hypothese spricht ausser dem Umstand, dass die ersteren dieser Zellen, wie eben mehr als wahrscheinlich gemacht wurde, durch die Nervenfortsätze auf dem Wege der vorderen Wurzeln mit Muskeln in direkter Verbindung stehen, auch die Beobachtung von M. SCHULTZE, nach welcher die Fibrillen, welche sowohl den Nervenfortsatz, wie die Protoplasmafortsätze dieser Zellen constituiren, in denselben nicht entspringen, sondern nur eine Umlagerung erfahren, ein Moment, das wenigstens von morphologischer Seite den bisjetzt noch völlig unbekannten Vorgang der Uebertragung des Erregungszustandes einer Nervenfaser auf eine andere, einigermassen verständlich macht.

Nachdem wir jetzt die Elementartheile der grauen Substanz kennen gelernt haben, erübrigt noch die einzelnen Partien derselben einer näheren Be-

*) Mittheilungen über den feineren Bau von Gehirn und Mark. Breslau 1857.

trachtung zu unterziehen. Der mediale Theil der grauen Rückenmarkssubstanz die sogenannte graue Commissur besteht aus mehreren histologisch verschiedenen Abtheilungen. Nicht ganz in der Mitte, sondern etwas weiter nach vorn findet sich der Centralkanal (Fig. 226 *c*), zunächst von Cylinderepithel ausgekleidet (Fig. 226 *d*), dessen Unterlage eine von Nervenfasern ziemlich freie Lage von Bindesubstanz bildet (Fig. 226 *e*). Vor derselben unmittelbar hinter der weissen Commissur (Fig. 226 *i*) erscheinen die vorderen der grauen Substanz angehörigen Commissurenfasern (Fig. 226 *h*), rechts und links, sowie hinter dem Centralkanal, breitet sich das feine Nervenfasernetz aus (Fig. 226 *f*), auf welches nach rückwärts die hinteren Commissurenfasern (Fig. 226 *g*) folgen, die in der Mittellinie unmittelbar an den Sulc. long. poster, mehr seitlich an die Hinterstränge (Fig. 226 *b b*) gränzen.

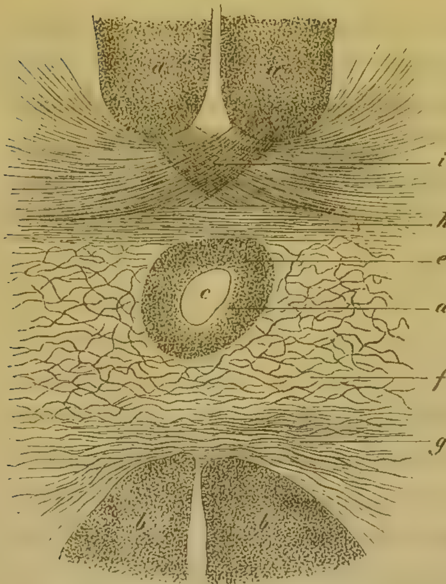


Fig. 226. Mediale Partie des Rückenmarksquerschnittes eines halbjährigen Kindes aus dem unteren Nackentheil mit Goldchloridkalium behandelt. Vergröss. 50. *aa*) Vorderstränge. *bb*) Hinterstränge. *c*) Centralkanal. *d*) Contour das Epithel des Centralkanals andeutend. *e*) Bindesubstanz in der Umgebung des Centralkanals. *f*) Nervenfasernetz um den Centralkanal. *g*) Hintere Querfasern der grauen Commissur. *h*) Vordere Querfasern der grauen Commissur. *i*) Kreuzung in der vorderen weissen Commissur.

Der Centralkanal, welcher in dem Nackentheil einen mehr querovalen, in dem Brusttheil einen runden, und in dem Lendentheil einen mehr herzblattförmigen Querschnitt besitzt, daher nicht an allen Stellen gleich weit ist, beginnt in der Rautengrube und fliesst bei dem Menschen, wie Stilling*) fand in dem Conus medullaris, wo er immer weiter nach hinten rückt, mit der hinteren Längsspalte zusammen. Derselbe ist nur bei Kindern und jugendlichen Individuen ganz mit Liq. cerebrospinalis gefüllt, bei älteren Personen ist er eingeengt und namentlich in dem Halstheil häufig obliterirt, oder besser verstopft und zwar durch epitheliale Zellenwucherungen, welche schon nach dem Eintritt der Pubertät zu beginnen scheinen, wenigstens fand ich Andeutungen davon schon in der Leiche eines 18jährigen Mannes. Die innerste den Centralkanal unmittelbar umgebende Gewebelage bilden cylindrische Epithelzellen (Fig. 227 *b*), welche bei Kindern einen Flimmersaum tragen, der aber später verloren geht. An Chrompräparaten sieht man von den spitzen Enden dieser Zellen fadenförmige Anhänge abgehen, welche sich bisweilen bis in die faserige Bindesubstanz erstrecken. Den Raum zwischen diesen Anhängen nimmt eine

*) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Cassel 1857.

äusserst fein granulirte Masse ein (Fig. 227 *d*), die ich für Bindesubstanz halte, welcher das feine aus elastischen Elementen bestehende Fasernetz fehlt. In dieser Masse und zwar zwischen den unteren Enden der Cylinderzellen finden sich mit etwas Protoplasma umgebene Zellenkerne (Fig. 227 *c*), welche bei fortschreitendem Alter zahlreicher werden und kaum eine andere Deutung, als in der Entwicklung begriffener Epithelialzellen zulassen. Unter der feingranulirten Substanz liegt ein äusserst engmaschiges Netz feiner Fasern, in welchem hie und da auch zellige Elemente vorkommen (Fig. 227 *a*). Ich betrachte dieses Gewebe als der Bindesubstanz angehörig, welche sich hier von der auch sonst in der grauen Substanz reichlich vertretenen Neuroglia nur dadurch unterscheidet, dass die netzförmig verbundenen Fasern, von denen früher nachgewiessen wurde, dass sie höchst wahrscheinlich als elastische aufzufassen sind, in grösserer Menge sich vorfinden. Diese eigenthümlich gestaltete Neuroglia, das sogenannte Ependyma des Centralkanals ist zu beiden Seiten und rückwärts von einem Netze feiner Nervenfasern umgeben, welches an Goldpräparaten oft ausserordentlich schön hervortritt und in das hie und da kleinere Nervenzellen eingeschaltet sind. Die Maschen dieses nervösen Netzes sind weiter, als an anderen Stellen der grauen Substanz, was auf einen grösseren Reichthum dieser Gegend an Bindesubstanz hinweisst. Hinter dem Nervenfasernetze, sowie unmittelbar vor dem Ependyma des Centralkanals verlaufen horizontal die Medianebene quer durchsetzend, Züge feiner Nervenfasern, welche beide Rückenmarkshälften verbinden und daher vordere und hintere Commissurenfasern der grauen Substanz genannt werden. Die hinteren, mit deren Bindesubstanz das Septum posterius der Pia mater in continuirlicher Verbindung steht, sind zahlreicher, als die vorderen; beide können aber an Goldpräparaten mit der grössten Sicherheit nachgewiesen werden. Die Ergebnisse der Experimentalphysiologie (Brown Sequard) machen es wahrscheinlich, dass diese feinen quer verlaufenden Fasern der hinteren grauen Commissur mit empfindenden Hirnstellen in Verbindung stehen, während die sich kreuzenden breiteren Fasern der vorderen weissen Commissur zu solchen Hirntheilen aufsteigen, von welchen der Antrieb der willkürlichen Bewegung ausgeht.

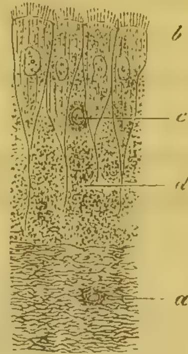


Fig. 227. Auskleidung des menschlichen Centralkanals. Vergr. 300. *a*) Faserige Bindesubstanz mit einem zelligen Element. *b*) Flimmernde Cylinderzellen mit fadenförmigen Anhängen. *c*) In der Entwicklung begriffene Flimmerzelle. *d*) Feinkörnige Substanz zwischen den fadenförmigen Anhängen der Flimmerzellen.

Die beiden Seitentheile der grauen Substanz des Rückenmarks stellen bekanntlich die Vorder- und Hinterhörner dar, welche aber durch keine scharfe Gränze von einander geschieden sind. Die Beschreibung wird daher durch die Annahme einer Mittelpartie, welche hinter den Vorderhörnern und vor den Hinterhörnern gelegen ist, wesentlich erleichtert. Die Vorderhörner sind durch die aus grossen Nervenzellen bestehenden Gruppen ausgezeichnet, von welchen

man in dem Nacken- und Lendentheil des Rückenmarks drei mehr, oder weniger scharf von einander gesonderte unterscheiden kann. Das grösste dieser Zellenlager, welches zugleich am weitesten nach hinten reicht, ist das laterale (Fig. 217 *n*), das kleinste das mediale (Fig. 217 *p*) und etwas weniger grösser das vordere (Fig. 217 *o*), welches nach aussen vor dem lateralen gelegen ist. In den Vorderhörnern des Brusttheils, in welchen die Anzahl der Nervenzellen beträchtlich geringer ist, fliessen diese Gruppen mehr, oder weniger zusammen. Ausserdem kommen in den Vorderhörnern noch vereinzelte grössere und kleinere Nervenzellen vor, welche bestimmten Zellenlagern nicht angehören. Die Vorderhörner sind ferner von breiteren, theils einzelnen, theils zu Bündeln vereinigten Nervenfasern durchzogen, welche als den vorderen Wurzeln angehörend sich mit den Nervenfortsätzen der Zellen verbinden, oder als aus dem Nervenfasernetz sich entwickelnd in die Vorderstränge der anderen Hälfte, sowie in die Seitenstränge der gleichen Hälfte eintreten. Das Nervenfasernetz findet sich getragen von der Bindesubstanz, überall vor mit Ausnahme der unmittelbaren Umgebung der Nervenzellen, welche daher an Gold-,



Fig. 228. Mittelpartie eines Rückenmarksquerschnitts des Kindes aus dem Dorsaltheil. Goldpräparat. Vergr. 50. *a*) Seitenstrang. *b*) Hinterstrang. *c*) Hälfte des Centralkanals. *d*) Gefässdurchschnitte. *e*) Clarke-sche Säulen. *f*) Fasern die von den Clarke'schen Säulen nach hinten gehen. *g*) Kreutzung der nach aussen gehenden Faserbündel. *h*) Lateral gelegene grössere und kleinere Nervenzellen.

wie an Carminpräparaten, die entwässert und in Canadabalsam conservirt sind, immer einen ziemlich breiten hellen Hof zeigen, der wohl auf Rechnung der ungefärbten und daher durchsichtigen Bindesubstanz kommt.

Die Mittelpartie beider Rückenmarkshälften enthält nur in dem Dorsaltheile gesonderte Zellenlager; es sind dieses die schon öfter erwähnten Clarke'schen Säulen, welche seitlich und etwas nach rückwärts von der grauen Commissur liegen. Dieselben sind in der Mitte des Dorsalmarkes am stärksten entwickelt d. h. sie enthalten hier die grösste Anzahl mittelgrosser Nervenzellen. Gegen das Hals- wie Lendenmark mindern sich diese Zellen immer mehr und sind beim Beginn der Nacken- und Lendenanschwellung ganz geschwunden. An Goldpräparaten gelang es mir scharf gezeichnete Faserzüge aufzufinden, welche mit diesem Zellenlager in näherer Beziehung stehen. Einmal gehen von der vorderen Peripherie desselben zwei Faserzüge ab, von denen der eine, sich

umbiegend, nach hinten verläuft (Fig. 228 *f*), während der andere nach aussen an die Seitenstränge tritt, um sich auf diesem Wege mit einem dritten Faserbündel, das aus der Mitte der Clarke'schen Zellengruppe hervorkommt und gleichfalls lateral verläuft, zu kreuzen (Fig. 228 *g*). Wenn auch nicht in allen Höhen des Dorsalmarkes die ganz gleiche Anordnung dieser Faserzüge sich findet, so kommen doch in dem ganzen Bereiche der Clarke'schen Säulen rückwärts und auswärts verlaufende Faserbündel vor, über deren weiteres Verhalten mir jedoch keine Beobachtungen zu Gebote stehen; vielleicht treten die rückwärts gehenden in die hinteren Nervenwurzeln ein. Das übrige Gebiet der Mittelpartie verhält sich histologisch ähnlich wie die von Zellenlagern freien Theile der Vorderhörner, nur kommen nach hinten und einwärts schon in der grauen Substanz aufsteigende Fasern vor, von denen sich kleine Faserbündel bis in die graue Commissur erstrecken, wo sie die lateralen Partien der hinteren Querfasern durchsetzen. Nach aussen ist namentlich in dem Halsmark die Gränze zwischen grauer und weisser Substanz nicht scharf, wie anderwärts gezogen, sondern geschlossene Bündel der Seitenstränge greifen mehr oder weniger tief in das Gebiet der grauen Substanz ein, wodurch es zur Bildung der sogenannten Formatio reticularis kommt.

Die Hinterhörner zerfallen in zwei scharf von einander gesonderte Abtheilungen, in eine vordere (Fig. 221 *c*) und eine hintere, welche letztere durch ihr eigenthümlich lichtes schon dem unbewaffneten Auge kenntliches Aussehen seit lange unter dem Namen der Substantia gelatinosa von Rolando bekannt ist (Fig. 221 *d*). Dieselbe ist der an nervösen Elementen ärmste Theil der grauen Substanz und unterscheidet sich von anderen Partien dieser letzteren wesentlich dadurch, dass sie das feine Nervenfasernetz nicht besitzt; dagegen ist sie sehr reich an Bindesubstanz, welche aber hier gewisse Eigenthümlichkeiten zeigt. Von den drei Formbestandtheilen der Bindesubstanz, der fein granulirten Grundmasse, den zelligen Elementen und den feinen Fäserchen, welche ich den elastischen zuzähle, sind die letzteren ausserordentlich spärlich vorhanden, während die zelligen Elemente unter der Form von mit mehr oder weniger Protoplasma umgebenen Kernen sehr zahlreich vertreten sind. Dieses ist auch der Grund, weshalb an guten Carminpräparaten die Substantia gelatinosa nach dem Epithel des Centralkanals die intensivste Farbennüançe zeigt. Die nervösen Elemente der Substantia gelatinosa sind auf dünne horizontal verlaufende Bündel von Nervenfasern beschränkt, welche theils von den hinteren Wurzeln, theils von den Hintersträngen kommen; dieselben durchziehen aber nur diese Substanz und zwar in der Mitte ziemlich gerade, seitlich aber mehr in bogenförmigen Linien, um in den vorderen mit einem Nervenfasernetz versehenen Theil der Hinterhörner einzutreten (Fig. 221 *d*). Was schliesslich die Gestaltverhältnisse der Substantia gelatinosa auf dem Querschnitt betrifft, so ist sie in dem Cervical- und Dorsalmark mehr länglich oval, in dem Lendenmark dagegen mehr kreisförmig. Dieselbe gränzt nach einwärts und theilweise auch nach hinten an die Hinterstränge und an

die hinteren Nervenwurzeln; aussen und zum Theile auch hinten ist sie von einem dünnen Streifen der mit einem Nervenfasernetz versehenen grauen Substanz der Hinterhörner umgeben, in welchem bisweilen selbst grössere Nervenzellen sich finden und unmittelbar vor derselben verlaufen der grauen Substanz angehörige Faserbündel in vertikaler Richtung (Fig. 221 *h* und Fig. 229 *d*).

Die vordere Abtheilung der Hinterhörner ist ausserordentlich reich an theils horizontal, theils vertikal verlaufenden Fasern; die ersteren sind ausge-

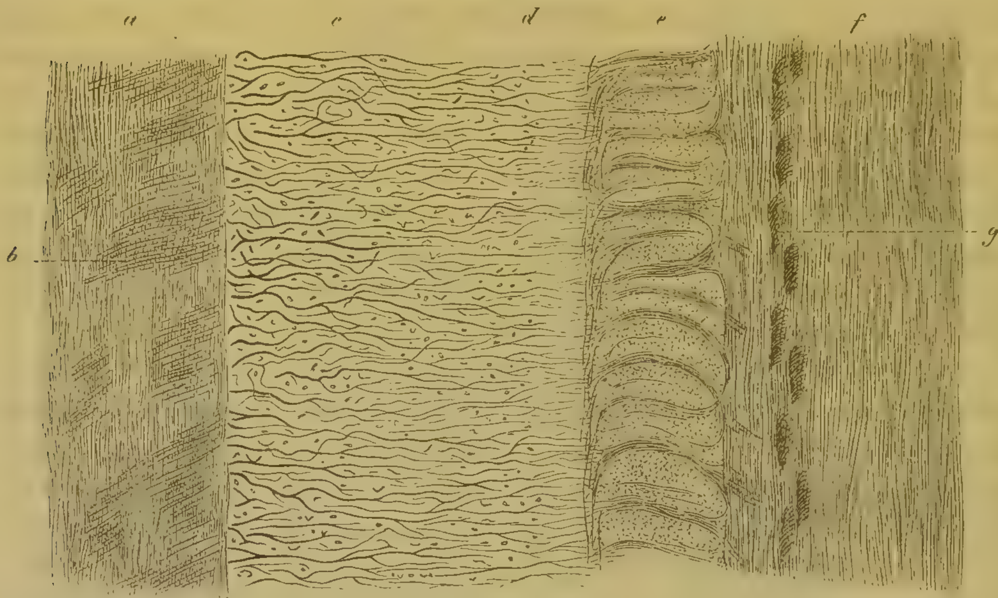


Fig. 229. Sagittaler Längsschnitt durch den Lendentheil des menschlichen Rückenmarks mit Goldchloridkalium behandelt. Vergr. 30. *a*) Vorderstränge. *b*) Vordere Nervenwurzeln die Vorderstränge schräg durchsetzend. *c*) Vorderhorn. *d*) Hinterhorn mit dem vor der Substantia gelatinosa vertikal aufsteigenden Faserbündel. *e*) Substantia gelatinosa von horizontal verlaufenden Faserbündeln durchzogen. *f*) Hinterstrang. *g*) Hintere Nervenwurzeln, wegen ihres seitlichen Eintritts quer durchschnitten.

zeichnet durch die hier besonders häufigen Theilungen und lassen sich theilweise ziemlich weit nach vorn bis in die Höhe des Centralcanals verfolgen. Die vertikalen Fasern steigen zum grösseren Theile in ein mächtiges Bündel vereinigt vor der Substantia gelatinosa in die Höhe (Fig. 221 *h*). Durch zahlreiche horizontal oder auch etwas schräg nach rückwärts verlaufende Faserzüge, deren Mehrzahl die Substantia gelatinosa durchsetzt, steht dieses vertikale Faserbündel mit den Hintersträngen und theilweise auch mit den hinteren Wurzelfasern in Verbindung. An recht gelungenen Goldpräparaten lassen sich aber auch nach vorn tretende Fasern beobachten, welche entweder von diesem vertikalen Faserbündel abgehen, oder sich mit demselben vereinigen. Ausser diesen zu einem Bündel vereinigten vertikalen Fasern kommen in den Hinterhörnern noch andere gleicher Richtung vor, welche mehr nach innen und weiter nach vorwärts gelagert, schon in die Mittelpartie der grauen Substanz

eingreifen. Die Nervenzellen der Hinterhörner gehören zu den kleineren und kleinsten, und sind nicht, wie in den Vorderhörnern zu Gruppen vereinigt, sondern liegen zerstreut in dem Theile der Hinterhörner, welcher von dem feinen nervösen Fasernetze, das sich hier ganz so, wie in den Vorderhörnern verhält, durchzogen ist.

Faserverlauf in dem Rückenmark.

Von einer genau detaillirten Beschreibung des Faserverlaufes in dem Rückenmark, dieser Grundlage der Physiologie des Organs, kann bei den uns bis jetzt zu Gebote stehenden Methoden und Hülfsmitteln der Untersuchung wohl kaum die Rede sein. Dagegen erlauben die vorliegenden Beobachtungen wenigstens den Entwurf einer Skizze, welche für die Verlaufsweise der durch die vorderen Wurzeln eintretenden Nervenfasern eine ziemlich sichere Unterlage hat, dagegen in Betreff des Verlaufes der durch die hinteren Wurzeln zu dem Rückenmark gelangenden Nervenfasern noch ziemlich lückenhaft und unbestimmt ist.

Die vorderen Wurzelfasern durchsetzen nach ihrem Eintritt in das Rückenmark schräg die weisse Substanz und sind als solche an der Bildung derselben vollkommen unbetheiligt; dagegen begeben sich dieselben direkt zur grauen Substanz der Vorderhörner und stehen durch die Nervenfortsätze in unmittelbarer Verbindung mit den hier gelegenen Nervenzellen, welche demnach als die Ursprungsstellen der vorderen Wurzelfasern in dem Rückenmark anzusehen sind. Die Protoplasmafortsätze dieser Nervenzellen bilden Theilglieder des feinen Nervenfasernetzes der grauen Substanz, aus welchem sich breitere Nervenfasern entwickeln, welche nach zwei Richtungen hin verlaufend, die graue Substanz verlassen, um in der weissen zu dem Gehirn aufzusteigen. In Folge dieses stetigen neuen Eintritts von Nervenfasern in die weisse Substanz muss dieselbe nothwendig in der Richtung von unten nach oben an Masse zunehmen. Rücksichtlich des Verlaufes der aus der grauen Substanz der Vorderhörner austretenden Nervenfasern sind mediale und laterale zu unterscheiden. Die medialen treten sofort in die vordere weisse Commissur ein, wo sie sich mit den gleichen Fasern der anderen Seite kreuzen, um in dem Vorderstrang der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte weiter nach oben zu verlaufen. Die lateralen Fasern begeben sich zu den Seitensträngen der gleichen Seite, in welchem sie zu dem Gehirn aufsteigen, um erst in der Decussatio pyramidum der Medulla oblongata gleichfalls einer Kreuzung zu unterliegen.

Die hinteren Nervenwurzeln treten horizontal in der Richtung von aussen nach der Medianlinie verlaufend in die weisse Substanz des Rückenmarks ein und scheiden sich schon hier in zwei Abtheilungen. Die laterale kleinere behält den horizontalen Verlauf bei und durchsetzt in feine und feinste Bündel gespalten in der oben angegebenen Weise die Substantia gelatinosa, um sich an der Bildung des unmittelbar vor der letzteren gelegenen vertikalen Faser-

bündels zu betheiligen, in welchem die Fasern theils auf, theils absteigend verlaufen. In diesem vertikalen Faserbündel verweilen jedoch die lateralen hinteren Wurzelfasern nicht sehr lange, sondern sie biegen nach vorn in die Horizontalebene um und gelangen so in den mit einem feinen Nervenfasernetz versehenen Theil der Hinterhörner.

Die mediale grössere Abtheilung der hinteren Wurzelfasern legt sich an den Theil der Hinterstränge, welcher die Substantia gelatinosa nach innen und hinten begränzt an und erhält hier umbiegend eine vertikale Richtung, um in den Hintersträngen eine grössere Strecke auf und vielleicht auch abwärts zu verlaufen. Diese medialen hinteren Wurzelfasern erleiden sodann eine nochmalige Biegung, in Folge deren sie wieder horizontal verlaufen und theils durch den medialen Theil der Substantia gelatinosa, theils an deren innerem Rande in die graue Substanz der Hinterhörner treten. Ueber die weitere Verlaufsweise der hinteren Wurzelfasern in der grauen Substanz ist es deshalb unmöglich positive Aufschlüsse zu erhalten, weil die bis jetzt bekannten Untersuchungsmethoden keine Hülfsmittel an die Hand geben, um hintere Wurzelfasern von solchen Nervenröhren zu unterscheiden, welche entweder in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhörner, oder aus der grauen Substanz austretend in den Hintersträngen zu dem Gehirn aufsteigen. Die zahlreichen Theilungen, welche die in die Hinterhörner eintretenden hinteren Wurzelfasern sofort erleiden, deuten darauf hin, dass jedenfalls ein Theil derselben sich alsbald in das feine Nervenfasernetz der grauen Substanz der Hinterhörner auflöst. Daneben finden sich aber auch zahlreiche Fasern, die nach vorn und andere, welche mehr oder weniger wellig gewunden medianwärts verlaufen. Die ersteren kann man vielleicht zum Theil noch als hintere Wurzelfasern auffassen, welche erst weiter nach vorn in das nervöse Fasernetz eintreten, die letzteren dagegen werden zu Commissurenfasern, welche in der grauen Substanz vor und hinter dem Centralkanal die Medianebene durchsetzen. Nach meinem Dafürhalten sind diese in die hintere Commissur eintretenden Fasern nicht als den hinteren Wurzeln direkt angehörig zu betrachten, sondern als solche Fasern aufzufassen, welche nach rückwärts gehen, um entweder in den vertikalen Faserbündeln der grauen Substanz oder in den Hintersträngen nach dem Gehirn zu verlaufen. Ist diese Ansicht richtig und dafür sprechen analoge Verhältnisse in den Vorderhörnern, so liesse sich über den Verlauf der durch die hinteren Wurzeln eintretenden Nervenfasern in der grauen Substanz folgende Vorstellung gewinnen; »Ein Theil der hinteren Wurzelfasern löst sich sofort nach seinem Eintritt in die mit einem Nervennetz versehenen Theil der grauen Substanz in diesem Netze auf, ein anderer Theil geht weiter nach vorn und in dem Masse, als derselbe weiter nach vorn fortschreitet, betheiligen sich die Fasern unter fortwährenden Theilungen gleichfalls an der Bildung des Nervenfasernetzes. Dieses Netz, in welches gleichsam als Knotenpunkte grössere und kleinere Nervenzellen eingeschaltet sind, steht mit dem Netze der Vorderhörner in continuirlicher Verbindung. Aus demselben entwickeln sich

Nervenfasern, welche vor und hinter dem Centralkanal in der grauen Commissur die Medianebene überschreiten, dann sich nach rückwärts wenden, um theils in den vertikalen Faserbündeln der Hinterhörner, theils in den Hintersträngen, zwischen welchen beiden letzteren vielfache, bis jetzt aber noch unentwirrbare Beziehungen obwalten mögen, nach dem Gehirn aufzusteigen.« Diese Vorstellung schliesst eine totale Kreuzung der dem Rückenmark durch die hinteren Wurzeln zugeführten faserigen Elemente in diesem Organe ein; ob dieselbe in Wirklichkeit eine totale oder nur eine partielle in der Art sei, dass ein Theil der aus dem Nervennetze sich entwickelnden Fasern einfach nach rückwärts, ohne die Medianebene zu überschreiten, nach den Hintersträngen verliefe, lässt sich auf rein anatomischem Wege nicht entscheiden; allein sowohl pathologische Beobachtungen, wie die Experimentalergebnisse des in dieser Beziehung competentesten Forschers Brown Sequard sprechen entschieden für die totale Kreuzung.

Schliesslich sei noch gestattet zwei Punkte besonders hervorzuheben:

1) In die Leitungsverhältnisse der durch die hinteren Wurzeln eintretenden Nervenfasern greift die graue Substanz weit ausgiebiger ein, als in die jener, welche durch die vorderen Wurzeln dem Rückenmark zugeführt werden.

2) Der morphologisch fassbare Unterschied zwischen vorderen und hinteren Wurzelfasern besteht darin, dass de ersteren vermittelst der Nervenfortsätze direkt von Nervenzellen entspringen, während die letzteren nur indirekt durch das Nervenfasernetz mit den Protoplasmafortsätzen und auf diese Weise mit den Nervenzellen in Verbindung stehen.

Capitel XXXI.

Vom Gehirne der Säugethiere.

Von

Theodor Meynert
in Wien.

Ueberblick des Gehirnbaues.

Die Zusammensetzung des Gehirnes schliesst einerseits allorts eine ziemliche Einförmigkeit der Elementarformen, und anderseits die grösste Mannigfaltigkeit ihrer Gruppirung in sich ein. Da somit die Bedeutung der Elemente nur durch ihren speciellen Fundort bestimmt wird, so könnte eine rein histologische Darstellung nur einen geringen Beitrag zum Verständniss des Baues leisten. Unumgänglich müssen auch die näheren Organisationsverhältnisse der Gruppirung herbeigezogen, ja selbst die Stellung aller feineren Thatsachen zu den Massenverhältnissen im Auge behalten werden. Rechtfertigt sich hierdurch für die folgenden Blätter ein Hinausgreifen über streng histologische Thatsachen, so gestattet doch anderseits der Vorwurf einer Geweblehre hierin nur eine andeutende Kürze, innerhalb welcher der eingehendere Freund des Gegenstandes auf die Quellen verwiesen wird.

Dient nun diese freiere Bewegung in der Breite des morphologischen Gebietes zu einer befriedigenderen Gestaltung des Gegenstandes, so wird sich noch der Leser für dessen Klarheit selber die ergiebigste Hilfe bieten können, wenn er die verwickelten Bahnen mittelst dreier unverrückt festgehaltener physiologischer Grundgedanken, die dem Bauplan des Gehirnes augenscheinlich zu Grunde liegen, begleitet und durchleuchten lässt.

1. Voran steht die Ertheilung eines functionellen Attributes an die Nervenzelle, nämlich: die Empfindungsfähigkeit. Unter Festhaltung des Umstandes, dass die Empfindungsfähigkeit nur unter begünstigenden Umständen zur thatsächlichen Empfindung wird, muss sie als ein allgemeines Attribut der Central-Nervenzelle zugelassen werden.

Die Resultate der physiologischen Forschung berechtigen uns bis jetzt noch nicht, den Empfindungsvorgang nur in einem bestimmten Abschnitte, z. B. nur in den Grosshirnlappen zu suchen. Bei dieser Sachlage muss noch die zwingende Thatsache berücksichtigt werden, dass sich als unteres Endglied der Wirbelthierreihe (Lanzetfischchen) ein nur mit dem Centralgrau des Rückenmarkes ausgestattetes Wesen findet, dem doch berechtigter Weise ein bewusstes thierisches Dasein nicht abzusprechen sein wird.

Dagegen ist von der Beilegung jeder weiteren Grundeigenschaft, wie etwa eines motorischen Prinzipes, an irgend welche Centralzellen abzusehen. Motorisch ist kein Organ als die Muskulatur, und wenn irgend ein Erregungszustand der Nervenzelle, der eben mit dem Empfindungsvorgang eins sein kann, Bahnen findet, um die Muskelkräfte auszulösen, so ist die Beziehung des Centralorgans zu den Bewegungen durch diese Veranstaltung befriedigend gedeckt, knüpfe sich nun die Bewegung an den Empfindungsreiz in zeitlicher Continuität oder Discontinuität und durchsetze die Leitungsbahn einfach den geraden Durchmesser des Rückenmarkes, oder sei sie durch eine unabsehbare Kette von Unterbrechungen entlang der conductorenartigen Bogen der Grosshirnlappen vermittelt.

Die 2. Voraussetzung ist das BELL'sche Gesetz, dahin erweitert, dass eine durch die Vermehrung und Gliederung in den Internodien der grauen Massen unbeirrte Fortsetzung der centripetal und centrifugal leitenden Bahnen bis in die obersten Centren der Gehirnorganisation eindringt, oder, consequenter aufgefasst, dort entspringt.

Die 3. Voraussetzung ist endlich die durchgreifende Herrschaft des Gesetzes der isolirten Leitung, dessen morphologischer Ausdruck die Faserung der weissen Substanz ist. Aber auch in den grauen Massen, die zweifellos eine Querleitung durch Anastomosen anbahnen, schlägt das Gesetz der isolirten Leitung noch mit bedingungsweiser Geltung durch. Auch hier noch findet es eine morphologische Ausprägung darin, dass die Nervenzellen in der Richtung des fortgesetzten Faserverlaufes axial gestreckt erscheinen.

Die Thatsachen führen hier zu der zwingenden Annahme, dass die Leitungswiderstände in der Richtung dieser Axe geringer als in dem grauen Fasernetze der Gangliensubstanz sind, worauf die Unverwüstlichkeit der isolirten Leitung beruht.

Ein erleichternder Ueberblick der Hauptlinien des Gehirnbaues lässt sich an durchsichtigen Abschnitten kleiner Säugethierhirne erlangen, welche bei schwacher Vergrösserung neben den Massenverhältnissen die Hauptrichtungen des inneren Gefüges erkennen lassen.

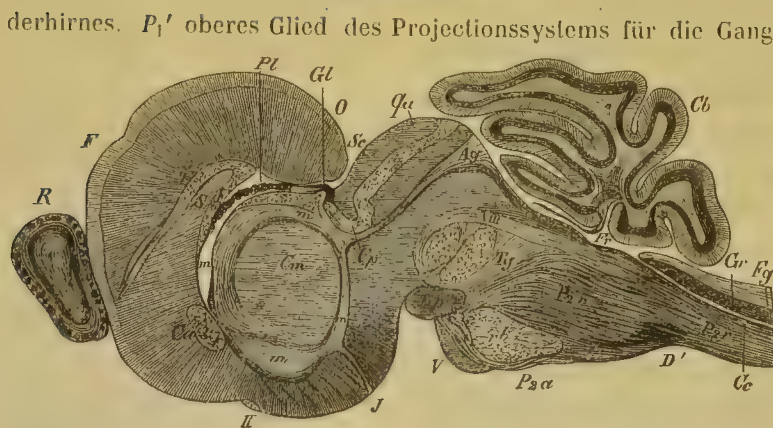
Die Nervenzellen bilden im Gehirne 4 Kategorien grauer Anhäufungen.

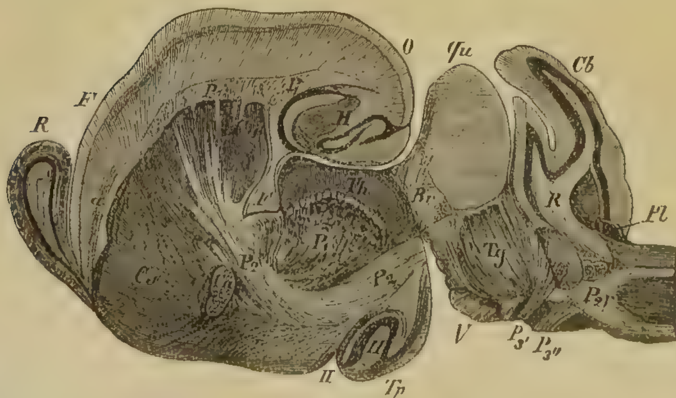
1. Die oberste Masse, welche das gesammte Gehirnmark aus sich entspringen lässt, ist das flächenhafte Grau der Grosshirnlappen, die Grosshirnrinde.

2. Das zweite Grau sind die im Allgemeinen klumpigen grauen Massen des Grosshirns, die man seit GALL als seine Ganglien bezeichnet;

Fig. 230. 231 u. 232. Ein horizontaler und zwei sagittale Längsabschnitte durch das Gehirn von vespertilio pipistrella zur Versinnlichung der Grundzüge des Gehirnbaues. Gemeinsame Bezeichnungen: *F* der Stirntheil, *O* der Hinterhauptstheil, *Tp* der Schläfentheil des Grosshirnlappens oder Vorderhirnes. *R* der Riechlappen. *S* die durchsichtige Scheidewand. — *H* der Gyrus hyppocampi mit *f*, dem Gewölbe. *T* der Balken. *aa* fibrae propriae der Grosshirnrinde (Associationsbündel). *L* Vorder- und Hinterhorn des Seitenventrikels. — *Cs* — *Cs* Ganglienmasse des Vorderhirnes (Streifenhügel und Linsenkern). — *Th* Ganglienmasse des Zwischenhirnes (Sehhügel). — P_1 oberes Glied des Projectionssystems für die Ganglienmasse des Vorderhirnes. P_1' oberes Glied des Projectionssystems für die Ganglienmasse des Zwischenhirnes, wozu auch *f* (das Gewölbe) zu rechnen ist. *Qu* die Ganglienmasse des Mittelhirnes (Vierhügel). *Br* Oberes Glied des Projectionssystems für das Mittelhirn (Vierhügelarm). *Lp* d. mediale Basis des Mittelhirnes (Lam. perf. posterior). P_2 Mittleres Glied des Projectionssystems aus den Ganglien des Vorderhirnes (Fuss d. Hirnschenkels, in Fig. 232 abgeschnitten wegen der Neigung seines weiteren Verlaufes nach der Mittellinie, in Fig. 231 P_2a durch die Brücke fortgesetzt). — *Tg* das mittlere Glied des Projectionssystems aus den Ganglienmassen des Zwischenhirnes und Mittelhirnes. (Haube des Hirnschenkels). VIII das hintere Längsbündel der Haube. *Ca* die vordere Commissur. — *Cm* die weiche Commissur der Sehhügel. — *m* das centrale Höhlengrau des Zwischenhirnes (3. Ventrikel). — *J* der Trichter, *Ag* das centrale Höhlengrau des Mittelhirnes (um die Wasserleitung), *Gl* die Zirbel. — *Cp* die hintere







3. Das röhrenförmige Grau, der bleibende Ausdruck der genetischen Grundform des Gehirnes, welches vom Tuber cinereum bis zum conus medullaris des Rückenmarkes die Innenfläche des Centralorganes als centrales Höhlengrau beschlägt.

4. Das Kleinhirngrau, theils in flächenhafter Verbreitung, theils in zerstreuten Zellformationen und einerseits die oberflächlichen und tiefen grauen Massen des Kleinhirns selbst, andererseits graue Substanz innerhalb der vom Kleinhirnmark durchflochtenen Abschnitte des Grosshirnstammes darstellend.

Um sich den Gehirnbau schematisch zurechtzulegen, scheint der geeignetste Ausgangspunkt der zu sein, dass man die Bewusstseinsvorgänge als eine Leistung der Grosshirnlappen auffasst. Unter anderen Beweggründen spricht dafür noch der Umstand, dass die Sammlung aller Leitungsbahnen in dieser morphologischen Einheit mit der Sammlung und Verknüpfung aller Empfindungsvorgänge im Bewusstsein eine durchsichtige Deckung zulässt.

Zu diesem Umfassen der Leitungsbahnen erscheint die Form der Grosshirnrinde als eine das Gehirn von Aussen her bedeckende Kappe (Fig. 230, 231 u. 232 *F*, *O*, *Tp*, *R*, *H*) geeignet. Diese Gestalt resultirt aus der Gruppirung der die Rinde bevölkernden unzählbaren empfindenden Formelemente, der Nervenzellen. Die sensorischen Nerven sind ihre Fühlfäden, die motorischen gleichsam ihre Fangarme. Während das Convolut derselben grösstentheils das Hinterhauptloch passiren muss, um die Organe zu erreichen, ordnen sie sich zu einer strahlenförmigen Convergenz, welche im Hirnstamme und Rückenmarke immer gegen das centrale Höhlengrau gewendet ist. Nachdem aber auch dieses Höhlengrau von den centralen Nervenfäden durchsetzt ist, divergiren sie dann als das perifere Nervensystem in die volle Breite der körperlichen Organisation. Da nun diese Organisation nur den Contact der empfindenden Hohlkugel der Grosshirnrinde mit der in alle Bilder der Sinneseindrücke sich kleidenden Aussenwelt vermittelt, deren Bild sich gleichsam in die Hirnrinde projicirt, so verdient der besprochene grosse Antheil des Nervensystems den Namen des Projectionssystems, wobei an die Grosshirnrinde als an die Projectionsfläche, an die Aussenwelt als an das Projicirte zu denken ist (P_1 P_2 P_3).

Da die Massenbewegungen des eigenen Leibes die Quelle besonderer Arten von Empfindung (Bewegungsgefühle) sind, stellt derselbe auch einen

---

Commissur. — *Sc* der Querschlitz des grossen Gehirnes. — *Pl* plexus chorioideus. — *Cb* das kleine Gehirn. — *R* der Strickkörper. *V* die Varolsbrücke. — $P_2 a$ die Pyramidenbahn (Fortsetzung des Hirnschenkelfusses). — $P_2 r$ die Fortsetzung der Bahn der Haube im Projectionssystem der Brücke und Oblongata. — *Rb* Massendurchschnitt der Kleinhirnquerbündel. — *Z* der Durchschnitt des stratum zonale. — *D* die oberen Oliven. *C* anscheinende Commissur der oberen Oliven. — *D'* die untere Olive. — *Fr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Hinterhirnes und Nachhirnes als Rautengrube. — *Gr* das centrale Höhlengrau im Gebiete des Nachhirnes und Rückenmarkes um den Centralcanal (*Cc*). — *Fg* der zarte Strang. — P_3 das untere Glied des Projectionssystems in Fig. 230 im Gebiete des Mittelhirnes als nervus oculomotorius, im Gebiete des Nachhirnes als nervus facialis, in Fig. 232 P_3' Quintus, P_3'' Facialis. *II* nerv. opticus.

Theil der projicirten Aussenwelt für das Gehirn dar. Die Muskulatur ist aber auch noch in anderem Sinne ein Projicirtes: durch die centralen und periferen Bahnen der Bewegungsnerven nämlich, längs welcher die Hirnrinde ihre durch Empfindungsnerven überkommenen Erregungszustände gleichsam wieder nach Aussen wirft.

In Fig. 1 stellt P_1 P_2 P_3 die aufeinanderfolgenden Glieder dieses mehrmals in grauen Massen unterbrochenen Projectionssystems dar. Dessen oberes Glied (P_1, P_1' u. *Br*) ist ein im Allgemeinen radiäres von der Rinde entspringendes Marksystem, welches sein peripheres Ende in dem Grau der 2. Kategorie, dem Gangliengrau erreicht, (Fig. 230, 231, 232 cs, *Th*, *Qu*). Aus den unterbrechenden Knotenpunkten der Ganglienmasse entwickelt sich das 2. Glied des Projectionssystems P_2 das Hirnschenkelsystem, welches sein peripheres Ende in dem Grau der 3. Kategorie, dem centralen Höhlengrau, findet. Das 3. Glied des Projectionssystems sind die Nerven, die ihren Ursprung in dem genannten centralen Höhlengrau finden, vom Ursprungsbette des 3. Gehirnnervenpaares im Grau des Aquaeductus Sylvii bis zu den Ursprungskernen des untersten Steissnerven im Rückenmark. Sie erreichen vielleicht ausnahmslos ihr peripheres Ende in bestimmten mikroskopischen Endorganen, welche bereits in mehreren Capiteln dieses Lehrbuches behandelt worden sind.

Das Verlaufsgebiet des 1. Gliedes vom Projectionssysteme sind die Grosshirnlappen, innerhalb deren ersichtlicher Weise es noch von zwei Markformationen begleitet wird, den Balkenfasern und den Bogensystemen.

Wenn das Projectionssystem den Contact der Rindenzelle mit der Aussenwelt vermittelte, so ist innerhalb der Grosshirnlappen in dreifacher Form ein Contact der Rindenkörper unter einander vermittelt, so dass der Theil des Protoplasma der Eizelle, aus dem sich die unzählbaren Hirnrindenzellen gebildet haben, sich wieder zu einer morphologischen Einheit verbindet, was sich nicht anders als durch eine Wiedervereinigung vorstellen lässt. Diese Ansicht wird am anschaulichsten begründet durch die mittlere Vereinigung der Balkenfasern im Foetalleben, nachdem sie die mediale Wand der Hemisphärenblasen durchbrochen haben. Die Balkenbündel (Fig. 230 und 231 *T*) vereinigen die identischen Rindengebiete beider Hälften der Grosshirnlappen.

Die differenten Rindengebiete einer und derselben Hälfte mögen allerdings continuirlich durch das graue Fasernetz der Fortsatzanastomosen verknüpft sein. Es ist aber der werthvollste Beweis für die auch hier nicht erlöschende Giltigkeit des Gesetzes der isolirten Leitung, dass ausserdem die Rindengebiete untereinander noch durch markhaltige Fasern, die Bündel der fibrae propriae, fibrae arcuatae zusammenhängen, welche (Fig. 230 u. 232 *aa*) eine die Innenfläche der Rinde continuirlich begleitende Schicht aus Bündeln von längern und kürzern Verlaufslängen darstellen. Weil der Verknüpfung der Rindenterritorien functionell eine Verknüpfung ihrer Erregungszustände

durch dieses Marksystem entsprechen muss, so verdienen seine Bündel in Hinblick auf ihre Bedeutung auch die Benennung Associationssysteme.

Eine 4. Kategorie von Markbündeln der Grosshirnlappen zielt auf eine Verknüpfung der Grosshirnrinde mit der Kleinhirnrinde hin und sammelt sich im Bindearm zu einer gesonderten, in der Brückenregion oberflächlich liegenden, Formation, welche aber der Mittelbarkeit ihres Verlaufes zwischen beiden Rindensubstanzen und des engen und langen Anschlusses an das Projectionssystem des Grosshirns wegen in dieser allgemeinen Uebersicht nicht wohl anschaulich gemacht, beziehungsweise gesondert werden kann.

Die unterhalb der Grosshirnlappen gelegenen grauen Massen sind (mit Ausschluss des centralen Höhlengrau bezüglich des 2. Punktes):

1. Unterbrechungsmassen des Projectionssystems, und
2. Reductionsgebiete für dessen Umfang, indem die grösstentheils in Form des Stabkranzes in die multiplen Massen der Grosshirnganglien eintretende Mächtigkeit seines ersten Gliedes allmählig bis auf den unansehnlichen Umfang der Rückenmarksstränge vermindert wird.

Die Reduction des Projectionssystems innerhalb seines Verlaufes unterhalb der Grosshirnlappen ist nicht nur eine solche bezüglich der allgemeinen Fasernsumme, sondern auch bezüglich der Zahl besonderer Verlaufsbündel, die innerhalb des Projectionssystems zu unterscheiden sind.

Das 1. Glied des Projectionssystems spaltet sich an der Eintrittsstelle in die Ganglien in so viel besondere Massen, als graue Herde der letztern zu unterscheiden sind. Von solchen besondern Massen macht Fig. 230—232 ersichtlich: den Streifenhügel und den Linsenkern (*Cs*), mit den Einstrahlungsmassen P_1, ferner den Sehhügel (*Th*) und den Vierhügel (*Qu*) mit den Einstrahlungsmassen P_1' und *Br*, dabei noch als gesondertes Verlaufsbündel das Gewölbe (*f*), das Projectionsbündel der Rinde für den vordern Höcker des Sehhügels. Zeigte also das obere Glied des Projectionssystemes eine Multiplicität von Endigungsbahnen, so reducirt sich das 2. Glied des Projectionssystems, der Hirnschenkel bereits nach seinem Austritt aus den Ganglienmassen auf die Duplicität einer vorderen und hinteren Bahn des Hirnstammes, den Fuss des Hirnschenkels (Fig. 230 und 232 P_2) und die Haube des Hirnschenkels (Fig. 231 u. 232 *Tg*), welche in die vordere (Fig. 231 $P_2 a$) und hintere Abtheilung (Fig. 230, 231, 232 $P_2 r$) der Brücke und Oblongata sich fortsetzen, um endlich als Markmantel der medulla spinalis in ein morphologisch einheitliches Gebiet überzugehen.

Die Gliederung des Projectionssystemes, seine Unterbrechung in den grauen Massen, vermittelt aber gewiss nicht bloss ein einfaches Uebertragen der Erregungszustände zwischen übereinander gelegenen Ganglienzellen, wie es etwa dem stufenweisen Eimerreichen auf einer Leiter analog wäre. Die

morphologische Bedeutung der Unterbrechungen geht vielmehr in den meisten Fällen erweislich dahin, dass die Schaltzellen ausser der zwar gegliederten, aber geraden Fortführung einer centripetalen oder centrifugalen Leitung noch Umbeugungen nach Centren hin vermitteln, die abseits von der directen Fortsetzung des Projectionssystemes gelegen sind.

Ein Beispiel hiefür giebt die vermöge unzähliger pathologisch anatomischer Erfahrungen centrifugale Leitungsbahn, welche aus der Gehirnrinde durch Streifenhügel und Linsenkern, Hirnschenkelfuss, Brücke und Pyramide des verlängerten Markes zu den vordern Rückenmarkswurzeln gelangt. (Fig. 230 und 232 P_1, *Cs*, P_2, Fig. 231 P_2 *a*). Die Mächtigkeit des Hirnschenkelfusses über seinem Eintritt in die Brücke wird auf die Dünnheit seiner Fortsetzung im Projectionssystem als Pyramide dadurch reducirt, dass ein mächtiger Bündelantheil durch den Brückenarm in das Kleinhirn umbiegt und so die Bahn des Projectionssystemes verlässt.

Die gleichmässige Einstrahlung aus der Grosshirnrinde z. B. in den Linsenkern tritt demnach in diesem Ganglion an Zellen, aus welchen, wenn gleich eine Reduction der Fasern nebenhergeht, doch zwei sich späterhin trennende Bahnen entspringen, die eine in das Rückenmark, die andere in das Kleinhirn auslaufend.

Die Duplicität der Bahnen, auf welche das Projectionssystem im Hirnschenkel als Fuss und Haube reducirt zu werden beginnt, lässt eine naturgemässe Eintheilung ihrer Ursprungsganglien in die Ganglien des Fusses und die der Haube des Hirnschenkels zu. Von den erstern sind die wichtigsten der geschwänzte Kern und der Linsenkern, von den letzteren der Sehhügel, der Vierhügel und der innere Kniehöcker. Die Massenentwicklung der Bahn des Fusses mit seinen Ganglien und der Bahn der Haube mit ihren Ganglien bietet eine bedeutungsvolle und für die wechselnde Gestaltung der Säugethierhirne fundamentale Selbstständigkeit beider von einander dar. Nur die Bahn des Fusses vom Hirnschenkel steigt und fällt mit der Hemisphärenentwicklung, daher der Mensch z. B. den mächtigsten Linsenkern und Hirnschenkelfuss besitzt. Die Haube des Hirnschenkels mit ihren Ganglien, in erster Linie der Vierhügel und innere Kniehöcker dagegen sind um so mächtiger entwickelt, je mehr die Grosshirnlappen zurückbleiben. Daher das dürftige Verhältniss, in welchem bei dem grosshirnlappenarmen Gehirne der Fledermaus (Fig. 230, 231 u. 232) die Bahn des Fusses (P_2, P_2 *a*) zu der der Haube (*Tg* u. P_2 *r*) steht. Das wichtige pathologische Factum, dass Zerstörung der Ganglien des Hirnschenkelfusses volle Hemiplegie setzt und die gleich bedeutungsvolle experimental physiologische Beobachtung, dass auf äussere Anreize dennoch alle Bewegungsformen in technisch vollkommenem Ablauf vor Augen treten, wenn vom Säugethiergehirne zu oberst nur mehr die Ganglien der Haube übrig gelassen sind, zwingen zu der Voraussetung, dass die Massen des Thierleibes in einer zweimaligen Projection: einmal durch den Fuss, einmal durch die Haube des Hirnschenkels im Gehirne vertreten, dabei

aber nur durch den Fuss des Hirnschenkels in Abhängigkeit von dem Leben der Grosshirnlappen gesetzt sind.

Das Grau der 3. Kategorie, das centrale Höhlengrau, wurde bereits oben von den Beziehungen grauer Massen zu einer Reduction der Fasermasse des Projectionssystemes ausgeschlossen, es ist im Gegentheil das Centrum für eine reichliche Zunahme desselben, was sich in der heute allgemein anerkannten Thatsache ausprägt, dass die Faseranzahl der vom Rückenmark entspringenden Nervenwurzeln die Faseranzahl der Rückenmarkstränge so bedeutend übertrifft. Dieses Grau (Fig. 231) beginnt in der Region des Zwischenhirnes als Bekleidung der durch die mittlere Commissur (*Cm*) ringförmigen Höhle des 3. Ventrikels (*m*), die sich in das Lumen des Trichters (*I*) fortsetzt. Im Gebiete des Mittelhirnes umgibt es den Aquaeductus (*Ag*), breitet sich in dem des Hinterhirnes als Rautengrube (*Fr*) aus, um in der untern Hälfte der Oblongata, so wie im Rückenmark (*Gr*) den Centralcanal (*Cc*) einzuschliessen. Analog wie im Rückenmarke, entspringen auch die in Fig. 230 und 232 das 3. Glied des Projectionssystemes repräsentirenden Hirnnervenwurzeln (P_3) mit einer reicheren Fasersumme aus dem centralen Höhlengrau, als welche sie im Hirnschenkel repräsentirte. Dem oberflächlichen Eindruck nach, der sich aus Fig. 230 gewinnen lässt, unterläge das Fortschreiten der Reduction des Projectionssystemes innerhalb der Brücke und obern Hälfte der Oblongata einer in Vermehrung umschlagenden Schwankung, da der Massenumfang dieser Hirnabschnitte den des Hirnschenkels übertrifft. Diese Vermehrung der Masse leitet sich aber grösstentheils davon ab, dass hier unter Vermittlung von grauer Substanz, die wesentlich die Massenzunahme deckt, die dem Projectionssysteme beigemengten Antheile des Kleinhirnmarkes mittelst einer Durchflechtung des weiterziehenden Projectionssystemes sich abzweigen, und dem Kleinhirn zulaufen. Unterhalb dieses Vorgangs entspricht der rasch in das Rückenmarkscaliber abfallende Umfang der Oblongata einer Uebergangsformation des Gehirnbaues in den Rückenmarktypus. Gemäss dieser Uebersichtsdarstellung sondert sich die Beschreibung des Gehirnbaues in folgende natürliche Abschnitte: 1. Die Grosshirnlappen. 2. Der Fuss des Hirnschenkels mit seinen Ganglien. 3. Die Haube des Hirnschenkels mit ihren Ganglien. 4. Das Einflechtungsgebiet der Kleinhirnarme. 5. Das Kleinhirn. 6 Die Formation des Ueberganges in das Rückenmark.

1. Die Grosshirnlappen.

Die Grosshirnlappen machen beim Menschen 1100 Gramm von 1400 Gramm des gesammten Hirngewichtes aus. Vielleicht kann ihr Uebergewicht daraus verstanden werden, dass sie als wesentlicher Sitz der Erinnerungsbilder einen Antheil der Erregungszustände des ganzen Daseins als gleichzeitigen Inhalt einschliessen, während den Functionsinhalt anderer Gehirntheile nur die Erregungszustände des Momentes bilden.

Das Grau der I. Kategorie, die Grosshirnrinde, überkleidet das Mark der Grosshirnlappen und gibt ihnen ihre äussere Gestalt. Der Grosshirnrinde kommen in einzelnen Gebieten Verschiedenheiten der Textur zu, desshalb müssen ihre allgemeinen Formverhältnisse vor Augen gehalten werden, um diese Texturen auf die richtigen Oertlichkeiten zu beziehen.

Genetisch treten die Grosshirnlappen als zwei seitliche linsenförmige Hohlknospen des vordern Gehirnbläschens hervor. Die gesammte Oberfläche entwickelt sich zu Rindensubstanz. Die Aussenfläche der Linse ist schildförmig convex; die Innenfläche, gegen den Abschnürungsboden gewendet, muss ringförmig sein und der Ring die Communicationsöffnung der Höhle im I. Hirnbläschen und im Hemisphärenbläschen zum Lumen haben. Der Durchbruch der Balkenfasern schneidet ein Segment der obern Peripherie des Ringes der medialen Fläche als Septum pellucidum ab. Im Uebrigen sind an dem Ring der innern Hemisphärenfläche ein vorderes kleineres und hinteres grösseres Segment (wenn man will, zwei Halbringe) zu unterscheiden. Der hintere Halbring bildet den um den Balken kreisenden Gyrus fornicatus, der vordere wird, indem er sich in einen nach hinten offenen Winkel auszieht, zum Riechlappen. Der Scheitel des Winkels schwillt zum bulbus olfactorius an, der innere und zugleich obere Schenkel desselben geht als innere Riechwindung in das Stirnende des Gyrus fornicatus, der äussere, zugleich untere Schenkel des Winkels dagegen geht als äussere Windung des Riechlappens in das Schläfenende des Gyrus fornicatus (die Hakenwindung) über. Zwischen beiden Schenkeln bildet eine von dünner Rindensubstanz überkleidete Basalfläche des Streifenhügels als lamina perforata anterior die Area des Riechdreiecks.

Indem nach Abzug des Riechlappens der Bildung der Hemisphäreninnenfläche ein nach vorn offener Halbring zu Grunde liegt, wird die bogenförmige Grundgestalt derselben verständlich.

Dieselbe bogenförmige Grundgestalt entwickelt sich in anderer Weise auch aus der äussern schildförmigen ununterbrochenen Oberfläche des Hemisphärenbläschens. Ein Theil der convexen Wandung der Hemisphärenblase verlöthet sich mit der äussern Oberfläche eines in ihre Höhle vom Hirnstamm aus hineinragenden Ganglions, des Linsenkerns (Fig. 233 *L*), wobei der Umkreis dieser Verlöthung die einzige Stelle ist, an der Ganglienmasse und Hemisphärenblase sich ohne Markverbindung durch Projectionssysteme bloss anliegen (s. Fig. 243, 244, 245). Diese Verlöthung, innerhalb der die Hemisphärenwand am dünnsten bleibt, daher von ihrer Umgebung überragt, zur Sylvischen Grube einsinkt, beginnt am vordern Rande der Hemisphärenconvexität, hart an dem Antheil des medialen Ringes, den die äussere beim Menschen als eingelegter Streif des Riechdreiecks erscheinende Riechwindung darstellt, und reicht etwa über die Hälfte der äussern Fläche nach hinten und oben. Diese Grube, (bei geringer Höhe des Linsenkerns spaltförmig) wird das äussere Lumen des nach vorn offenen Hemisphärenbogens darstellen, der (Fig. 233) die Verlöthungsstelle mit dem Linsenkern (*L*) umgibt. Dieser Bo-

gen zerfällt in einen obern Schenkel, den Stirnlappen (*F*), einen untern Schenkel, den Schläfenlappen (*T*), und einen hintern Scheitel, den Hinterhauptlappen (*O*).

Aus der convexen äussern Oberfläche des linsenförmigen Hemisphärenbläschens wird also ein Trugbogen, dessen Lumen der Blindsack der Sylvischen Grube bildet.

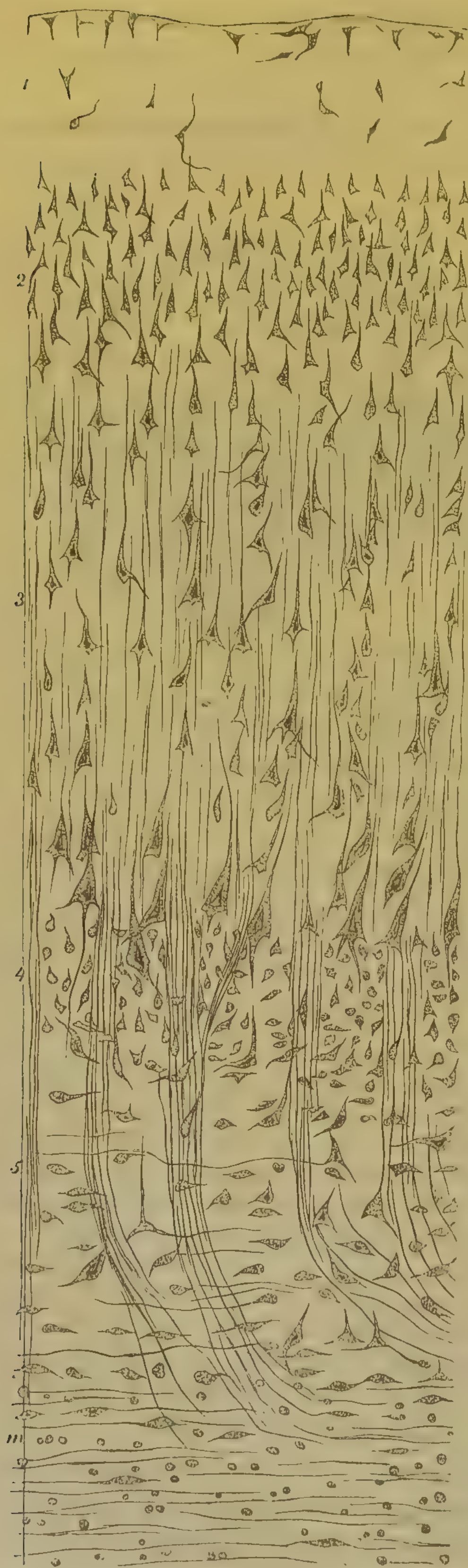
Die Ausdehnung des Grundes der Sylvischen Grube, der Insel ist ein Massstab für die höchsten Stufen der Gehirnentwicklung, weil sie eben von der Grösse des Linsenkernes abhängig ist, der in geradem Verhältniss zur Masse der Grosshirnlappen steht. Bemerkenswertherweise hängt dieser Rindenbezirk zugleich mit dem Sprachvermögen zusammen.

Der bogenförmigen Grundform der convexen Fläche gemäss bilden sich durch secundäre, parallele Längsfurchen die 2—4 Urwindungen des Säugethierhirnes aus. (Leuret, Huschke). Der Typus des Affen- (und Menschen-) Gehirnes zeigt deren drei, aber mit ausgesprochener Tendenz des äussersten zum Zerfall in zweie, und charakterisirt sich weiterhin 1. durch Unterbrechung des mittleren Bogens durch die zwei queren Centralwindungen, 2. durch die Verschmelzung des untern und mittlern Bogenzuges in der Scheitelgegend (Bischoff). Nur die Entwicklung der Windungen der Convexität steht im Verhältnisse zur Hemisphärenmasse und den höhern Richtungen der Hirnentwicklung. Der ganze Windungsbezirk des medialen Ringes hält nur mit dem Riechlappen Schritt. Während er beim Menschen und Affen, an die Innenfläche gedrängt, auch dort noch durchwegs vom äussern Bogenzug der convexen Fläche umgeben ist, drängt sich der gyrus fornicatus bei niedern Gehirnformen sowohl am Schläfenende, als am Stirnende an die Aussenfläche. Ja er bildet dort das ganze Stirnende der Grosshirnlappen, indem er vor einer dem Menschen fehlenden Querfurche (Fig. 238 *S*), die mit der Sichelspalte einen Sulcus cruciatus bildet (Leuret), sich hervordrängt, den Riechlappen bedeckend, so dass hinter dem Stirnbein des Menschen und Affen andere Hirntheile gelegen sind, als hinter dem der übrigen Säugethiere.



Fig. 233. Sagittaler Abschnitt aus dem Gehirne von cercocebus cinomolgus (etwas vergrössert). *F* das Stirnende. *O* das Hinterhauptende. *T* das Schläfenende. *R* die Grosshirnrinde. *Op* die Rinde des innern Blattes vom Klappdeckel, mit der Inselrinde die Oberspalte Burdach's begränzend. *H* das Ammonshorn. *SH* Sulcus hypocampi. *L* das 3. Glied des Linsenkernes. *Cl* die Vormauer, *A* der Mandelkern. *Cs* der Schweif des Streifenhügels. *P* das Polster des Sehhügels. *G* äusserer Kniehöcker. *pr* fibrae propriae zweier Windungen *arc* fasciculus arcuatus. *unc* fasciculus uncinatus. *lg* fasciculus longitudinalis inferior. *Ca* die vordere Commissur. *inf* das Unterhorn der Seitenkammer. P_1 oberes Glied des Projectionssystems.

Innerhalb dieser Gestaltung der Grosshirnrinde scheint 1. ein gemeinsamer Typus der geweblichen Schichtung die Rinde der Convexität des Hemisphärenbogens und den Antheil des Gyrus fornicatus zu umfassen, der den medialen Balkendurchschnitt umkreist. Als besondere Typen sind aufzuführen:



2. der Typus der Hinterhauptspitze.

3. der Typus der Sylvischen Grube.

4. der Typus des Ammonshornes.

5. der Typus des bulbus olfactorius.

1. Der allgemeine oder fünfschichtige Typus der Grosshirnrinde.

In der ersten Schichte ist am vorwiegendsten der die grauen Substanzen des Gehirnes gemeinsam kennzeichnende, bei mässigen Vergrösserungen gleichmässig punctirte Gewebsboden vertreten, der von den Ganglienzellen in ungleicher Dichte bevölkert wird. Dieses Grundgewebe heisst bei Rokitansky Ependymformation, bei Virchow Neuroglia, bei Kölliker Bindesubstanz, bei Deiters schwammige Substanz, bei Henle, R. Wagner zusammengeflossene Ganglienzellenmasse; es wird gelegentlich seines Vorkommens im Riechlappen und Ammonshorn von Clarke gelatinöse, von Kupfer moleculare Substanz genannt. So wie Henle, wie Wagner, der die Schicht auch centrale Deckplatte nannte, hält auch Stilling dieses in der Kleinhirnrinde ganz identisch vorhandene Gewebe für Nervengewebe, er sieht lediglich einen Filz der mittelbarsten feinsten Nervenfortsätze darin.

Fig. 234. 1. Durchsichtiger Abschnitt aus einer Windungsfurche des 3. Stirnzuges vom Menschen (Vergrösserung 100). 1. Schichte der zerstreuten kleinen Rindenkörper. 2. Schichte der dichten kleinen pyramidalen Rindenkörper. 3. Schichte der grossen pyramidalen Rindenkörper (Ammonshornformation). 4. Schichte der kleinen dichten unregelmässigen Rindenkörper (körnerartige Formation). 5. Schichte der spindelförmigen Rindenkörper (Vormauerformation). *m* die Markleiste.

Da man hier consequenter Weise eine quantitative Abhängigkeit des Productes von den Producenten, den Nervenkörpern, die dasselbe ausspinnen, voraussetzen sollte, so spricht gegen eine solche Auffassung die vergleichend anatomische Thatsache, dass die Breite der 4 innern nervenkörperreichen Schichten der Rinde zur Breite der äussersten wesentlich aus diesem Gewebsgrund bestehenden (Fig. 234) [1] in der Säugethierreihe ganz wechselnde Verhältnisse zeigt. So bildet diese 1. Schichte beim Menschen nur $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{8}$, beim Kapuzineraffen $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{7}$, beim Hund $\frac{1}{6}$, bei der Katze $\frac{1}{5}$, der Fledermaus $\frac{1}{4}$, bei dem Kalb und Reh $\frac{1}{3}$ der gesammten Rindenbreite. Auch ihre absolute Breite von 0.25 Mm beim Menschen wird von 0.30 Mm der Fledermaus, 40 Mm des Kalbes und 50 Mm des Rehes übertroffen. Diese Thatsachen stimmen weit besser mit der Annahme: den Nervenelementen der Rinde sei eine nicht nervöse Grundsubstanz beigemengt, die bei den höchsten Formen der Gehirnorganisation durch das Ueberwiegen der eigentlich wirksamen Elemente wesentlich reducirt wird.

Die Natur dieses Grundgewebes, das sich vom nicht nervösen Antheil der weissen Substanz ähnlich wie im Rückenmarke unterscheidet, bedingt den Gewebscharacter der grauen Substanz. Die Nervenzellen allein reichen dazu nicht hin, zumal solche auch im Marke stellenweise sehr zahlreich vorkommen (Mark der Insel und der äussern Kapsel) ohne sich als graue Substanz auszuprägen. Die Nüance des Grau ist aber in der Grosshirnrinde allerdings (von dem Reichthum an Capillaren abgesehen) von der Anhäufung der Nervenkörper als der Pigmentträger abhängig, so dass Schichten, welche wie die 3. der Fig. 234 von ihnen dünner bevölkert sind, sich als mehr oder minder diffuse helle, concentrische Zwischenstreifen erkennen lassen.

Die nicht nervöse graue Substanz besteht aus einem diffusen und einem geformten Antheil. Der diffuse, in Carmin schwach imbibirbare Gewebsgrund zeigt eine vielleicht erst nach dem Tode hervortretende Trübung durch dunkle moleculare Pünktchen, welche noch neben den bei stärksten Vergrösserungen wahrnehmbaren Verästlungen feinster Fasern bestehen, und nicht ausschliesslich auf die Durchschnitte der letztern zurückzuführen sind. Deiters leitet in strenger Consequenz der Zellentheorie diese Grundsubstanz aus einer Abspaltung von zusammenfliessendem Protoplasma der Bildungszellen her, die wahrscheinlich in eine Zeit fiele, wo dieselben sich in nervöse und nicht nervöse Gebilde noch nicht geschieden haben. Als geformte Zellenaequivalente nimmt er in der Hirnrinde nur freie Kerne an. Doch muss ich auch hier die in dem verwandten Stroma der gelatinösen Substanz des Rückenmarks und der Oblongata von ihm erkannten, mit wenig Protoplasma und einer Fülle feinster verästigter Fortsätze versehenen

[1]) Die gezeichneten Präparate sind durchwegs theils nach Spiritushärtung, theils nach Härtung in 2% Lösung doppeltchromsauren Kali's mit Carmin imbibirt, nach Entwässerung in absolutem Alkohol mit Terpentin aufgehellt und in Damar-Firniss eingeschlossen. (Clarke's Methode.)

sternförmigen Zellen als sicheres Vorkommniss ansprechen, was zugleich den Vorstellungen Köllikers über diese Substanz entspricht. Ausserordentlich zart im gesunden Zustande (freie Kerne vorspiegelnd), dehnen sie sich unter pathologischen Verhältnissen zu grotesken Formen aus und zwar bei Behinderungen des Abflusses interstitiellen Serums in die durch Hyperaemie verengerten perivasculären Lymphräume, noch mehr aber bei Entartungen der Lymphdrüsen des Kopfes und Halses. Körperchen derselben Art sind es, die vom Ufer der perivasculären Räume aus die von Roth bemerkten brückenartigen Fäden über die Lücken weglaufen lassen. Demgemäss wird das Grundgewebe der grauen Substanz einerseits von einem Netzwerk aus Fortsätzen nicht nervöser Zellen durchzogen. Die Kerne derselben sind 9—10 μ gross. Auf der Oberfläche der ersten Rindenschichte findet sich ein sehr zarter Markbeleg aus nach allen Richtungen durchkreuzten feinsten varikösen Nervenfasern (Kölliker). Am Schnittpräparate bilden sie als solche keine erkennbare Schichte, wohl aber, wie Arndt bemerkt hat, kommt es zur Bildung eines schmutzig opaken, wenig imbibirbaren Saumes der obersten Rindenschicht durch die Gegenwart der Oberfläche parallelfaserigen Bindegewebes. Jener dünne Markhauch findet sich an der Hakenwindung zu dem weit stärkern Stratum reticulare entwickelt, und wird, wie dort entschieden der Fall ist, wohl überall von den gegen die Aussenfläche gerichteten Zellfortsätzen herzuleiten sein. In der ganzen Breite der äussersten Rindenschichte finden sich eckige unregelmässige Nervenkörper mit getheilten Fortsätzen zerstreut, welche durch das von Deiters mit Berechtigung aufgestellte Criterium eines auf den ersten Blick erkennbaren relativ ansehnlichen Protoplasma's sich als solche kennzeichnen.

Fasst man die bei eingehender Anschauung verfolgbare mehrfache Verästlung der Fortsätze und die mit Recht zu verallgemeinernden Fälle erwiesener Anastomosen (Arndt, Besser) zwischen Fortsätzen der Rindenzellen in das Auge, so wird man zur weitern Annahme eines in die graue Grundsubstanz eingebetteten nervösen Fasernetzes geleitet, das den dritten diffusen Formbestandtheil derselben bildet. Unter welchen Gesichtspunkten eine solche allgemeine anastomotische Verschmelzung im Ursprungsgebiet des Nervenmarkes sich mit der Thatsache der isolirten Leitung deckt, wurde pag. 695 erwähnt. Um die vorstehenden, auf das gemeine Wesen der grauen Hirnsubstanz bezüglichen Daten abzuschliessen, sei hier noch erwähnt, dass die Nervenkörper als im grauen Fasernetz scharf abgegränzte Elemente in der Grosshirnrinde spätestens schon im 5. Entwicklungsmonate vorhanden sind (Arndt). Sie sind unverkennbar als die bleibenden Elemente durch den Parallelismus ihrer Axen mit dem radiären Fasersystem ausgeprägt, der (Fig. 234, 3) für die Rindenstructur so kennzeichnend ist.

Trotz dieser Kenntniss der Zellen aus so frühen Stadien glaubt Arndt sich der Anschauung Bessers anschliessen zu können, dass zur Zeit der Geburt die Nervenkörper in einen Formübergang von Kernen mit uncontourirten

Reisernetzen zurückgefallen wären, und dass der centrale Theil dieses Reisernetzes sich letztlich gleichsam zu einem secundären Protoplasma ordne. Ich muss diese überraschende Angabe als gewiss nicht massgebenden Bildern entnommen ansehen. Denn es lässt sich an Schnittpräparaten der Grosshirnrinde Neugeborner die allgemeine Verbreitung der bestausgeprägten bleibenden Formen leicht und unverkennbar aufweisen.

Die Bildung differenter concentrischer Rindenschichten beruht 1. auf der verschiedenen Dichtigkeit in der Anordnung, und 2. auf der verschiedenen Form der Nervenkörper. Die von mehren Untersuchern (Luys, Arndt, Stephany) einzig wahrgenommene Pyramidenform (Fig. 235 *a*, *b*) der Nervenkörper ist die überwiegende innerhalb des 5schichtigen Typus und erfüllt (Fig. 234) in einer dicht gedrängten Anordnung kleiner Elemente von 10 μ Höhe seine zweite Schichte, mit weiter auseinanderrückenden und stetig nach innen bis zum Caliber von 40 μ Höhe wachsenden seine 3. Schichte. Erinnert man sich, dass der Ursprung der vordern Wurzeln des Rückenmarks in den Vorderhörnern an Elemente geknüpft war, die durch Schlankheit ihres Leibes, allmähligen Uebergang desselben in das Protoplasma der Fortsätze, grössere Zahl und Mächtigkeit der letztern von den aufgeblähten, mit wenigen dünnern Fortsätzen versehenen Ursprungszellen der hintern Wurzeln in den Interspinalganglien sich scharf unterschieden, so drängt sich eine Formverwandtschaft der Rindenpyramiden mit den erstern auf, die auch den Ursprungszellen aller motorischen Hirnnerven gemeinsam ist und die einen Analogie-Schluss auf die Bedeutung der Rindenpyramiden zuliesse. Die grössern Elemente der 3. Schichte verdienen, als die im Ammonshorn allein vorfindliche Bevölkerung den Namen: Ammonshornformation.

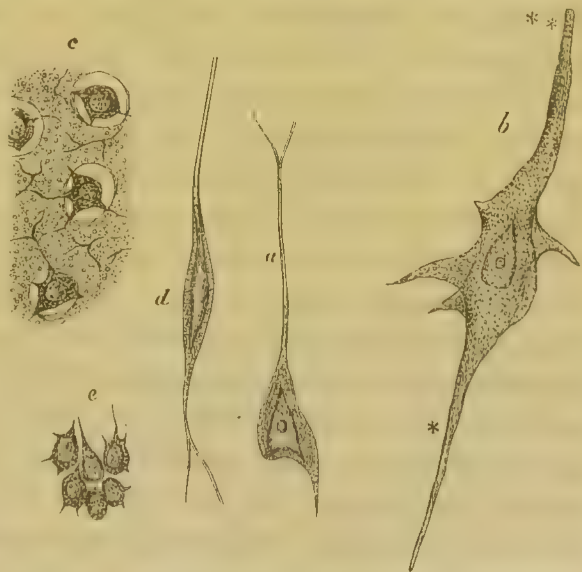


Fig. 235. *a* gewöhnliche verstümmelte Form der Pyramiden mit eckigem Kern und getheiltem Spitzenfortsatz. *b* Wahre Gestalt der Rindenkörper der 2. und 3. Schichte an einer grossen Zelle der Ammonshornformation mit eckigem Kern. ** der abgeschnittene Spitzenfortsatz, * der mittlere Basalfortsatz. *c* die Elemente der 4. Rindenschicht. *d* spindelförmiger Rindenkörper der 5. Schichte mit spindelförmigem Kerne. *e* die Elemente der sogenannten Körnerschichte der Kleinhirnrinde.

Die Gestalt einer einfachen Pyramide (Fig. 235 *a*) die am häufigsten vor Augen liegt, ist eine Trugform. Die wahre Gestalt (Fig. 235 *b*) ist die einer Spindel, deren Axe in der Richtung der radiären Projectionsfasern des Windungsmarkes liegt, die nach der Rindenoberfläche in einen mächtigen äussern, auch nach M. Schulze (Cap. III pag. 133) verästigten Fortsatz (Fig. 235 *a*) und nach dem Windungsmark zu in einen schlan-

keren inneren Fortsatz ausläuft, der, nach Koschewnikoff unverästigt bleibend, den Axencylinderfortsatz im Sinne von Remak, M. Schulze, Deiters darstellen soll. Vom grössten Umfang der Spindel gehen seitliche verästelte Fortsätze in der Zahl von 5—7 ab, die, so wie der Spitzenfortsatz, erwiesener Massen Anastomosen eingehen. Hat man den Terminus Rindenpyramide im Auge, so verdienen die 3 Arten der Fortsätze die Namen 1. der Spitzenfortsatz, 2. der mittlere Basalfortsatz, 3. die eckständigen Basalfortsätze.

Der mittlere Basalfortsatz wird, weil er seltener zur Ansicht gelangt, von Arndt beim Menschen für eine Monstrosität gehalten, während er ihn bei der Ratte und beim Schaf als constant gelten lässt. Er kommt eben darum seltener zur Ansicht, weil er als in das Mark eintretender Fortsatz von den Verlaufswinkeln der Bündel des letztern abhängig ist, die mit dem Spitzenfortsatz der Pyramiden keine gerade Linie bilden. Darum wird er in Schnittpräparaten, die man parallel dem durch die Spitzenfortsätze radiär gestreiften Rindenbruch anlegt, um so öfter abgekappt, je dicker die ganze Hemisphäre ist, je ferner das Ganglienende der Projectionsfaser von der Rinde liegt. Vielleicht verhindert die grössere Brüchigkeit, welche Axencylinderfortsätze auszeichnet, auch die öftere Wahrnehmung dieses Fortsatzes an Zupfpräparaten.

Die Nervenkörper der Grosshirnrinde sind hüllenlos und Max Schulze hat den in Cap. III beschriebenen körnig faserigen Bau auch an ihrem Protoplasma wahrgenommen. Je jugendlicher ein Individuum und je physiologischere Zustände sich in seinem Gehirn erwarten lassen, um so seltener schliesst das Protoplasma der Pyramiden und auch der unten zu bespechenden Spindeln, wie nicht minder der unregelmässigen Körper der 1. Schichte runde oder ovale Kerne ein, sondern eckige Kerne von der Form des Protoplasma's, beziehungsweise pyramiden- und spindelförmige, welche in Spitzen auslaufen (Fig. 235 *a b*—*d*). Die Ecken und Spitzen erstrecken sich häufig in die Fortsätze, was die Ansicht Arndt's, dass hier bläschenförmige Kerne vom Protoplasma nach seinem Modell gequetscht würden, nicht begünstigt. Vereinigt man die Angaben Beale's über eine optisch dichtere, dem Kern anliegende Protoplasmaschicht mit den concentrisch nach den Fortsätzen convergirenden Richtungen der protoplasmatischen Fibrillen M. Schulze, so würde die Contourirung einer kleinern, ähnlichen, dichtern Pyramide und Spindel im Innern einer pyramiden- oder spindelförmigen Zelle in anschaulicher Weise begünstigt erscheinen. Als ein Antheil des Protoplasma würde dieser eckige Einschluss sich eben auch in das Protoplasma der Fortsätze erstrecken.

Ich bin übrigens, abgesehen von jeder Interpretation, von der Verbreitung eckiger, die Gestalt des Protoplasma nachahmender Kerne der Nervenzellen durch das ganze Centralorgan objectiv überzeugt, und hat Herr Ernst Fleischl mir auch Durchschnitte aus Fischrückenmarken gefälligst mitgetheilt, welche dieselben von mir im menschlichen Rückenmark bemerkten Kernformen enthielten.

Die Kernkörperchen erscheinen rund, funkelnd, an Carminpräparaten durch Contrastwirkung von einem blaugrünlichen Saum umgeben.

Dass in der Grosshirnrinde auch körnerartige und spindelförmige Gestal-

ten vorkommen, nahm schon Berlin wahr. Ich habe gezeigt, dass diese Formen bei geringer Untermengung mit grössern pyramidalen Zellen den gesonderten Charakter einer 4. und 5. Schichte der Grosshirnrinde bedingen. Die Elemente der 4. Schicht (Fig. 235 *b*) sind unregelmässig 8—10 μ gross, seltener dreieckig oder den radiären Bündeln parallel gestreckt. Sie bilden eine gedrängtere Anordnung als die in der angränzenden 3. und 4. Schichte.

Sie mahnen an die Nervenkörper, welche die innere Körnerschicht der Retina und die gelatinöse Ursprungssubstanz der grossen Quintuswurzel bevölkern.

Die eigenthümlichen Elemente der 5. Schichte, die Spindeln von 30 μ Länge (Fig. 235 *d*) finden sich am unvermengtesten in der innern Hälfte dieser Schicht und von da aus auch noch in die Markleiste (*m*) verstreut. In der Kuppe eines Windungsdurchschnittes stehen diese Spindeln aufrecht den Pyramiden parallel, um die Furche zwischen zwei Windungen herum aber liegen sie quer (Fig. 234, 5), so dass die Pyramiden senkrecht auf sie stehen. So wie die Pyramiden in die fortgesetzte Verlaufslinie der Projectionsbündel fallen, so fallen die Spindeln der 5. Schichte durch ihre zweifache Stellung vollkommen in die Verlaufslinie der fibrae arcuatae, welche um die Furche zwischen zwei Windungen herum mit den Projectionsbündeln sich kreuzen, in der Kuppe der Windung aber in Parallelismus zu ihnen treten.

Daher lassen sich diese Spindelzellen als Schaltzellen des Associationssystemes auffassen. Sie verdienen auch den Namen Vormauerformation, weil, wie unten gezeigt wird, das Claustrum nur eine compacte Anhäufung von Zellen der innersten Rindenschichte darstellt.

Ihrer Spindelform wegen dürfen sie aber keineswegs als bipolare Zellen angesehen werden, denn sie entwickeln augenscheinlich auch Seitenfortsätze, die mir aber insgesammt der Rindenoberfläche zugewendet zu sein scheinen, so dass eine unmittelbare Verbindung dieser Zellen mit den Projectionssystemen des Markes nicht Statt finden wird.

Das Mark der Windungen sammelt sich schon innerhalb der Rinde etwa von der innern Hälfte der 3. Schichte an zu erkennbaren Radiärbündeln, deren Durchzug die Zellenmassen, wie Schnittprärate zeigen, in säulenartige Anordnungen trennt. Theilung einer Markfaser in der Rinde (respective Zusammensetzung aus Fortsätzen zweier Zellen) habe ich einmal mit Bestimmtheit gesehen. Dagegen findet ein netzförmiges Zusammenhängen der Fasern im Windungsmarke, wie Stilling vom Kleinhirnmarke beschreibt, ganz bestimmt niemals Statt. So wie Radiärfasern, so finden sich auch schon in das Rindengrau fibrae arcuatae eingebettet, doch bleiben sie ein sparsames Vorkommniss, und eine Dichte der Anordnung, die sich für das freie Auge in Form der (durch Pigmentmangel erklärbaren) hellen concentrischen Linien ausprägen könnte (Kölliker), habe ich nicht aufzufinden vermocht. Die Markfasern der Grosshirnlappen sind fein, nach Kölliker von 2.6—6.7 μ im Durchmesser schwankend. Die Bindesubstanz des Markes besteht aus einem Reticulum grösserer mit gröbern Fortsätzen ausgestatteter Bindesub-

stanzzellen, die seltener als in der Rinde nur freie Kerne vorspiegeln. Sie sind den Markbündeln parallel gestreckt. Feinkörnige Grundsubstanz scheint im entwickelten Zustande zu fehlen, in der Entwicklungszeit ist sie aber vorhanden und bedingt wahrscheinlich das mehr graue als markige Ansehen des unreifen Gehirnes.

2. An der Hinterhauptspitze und innerhalb der ihr benachbarten Windungsfurche der medialen Fläche, welche, Sulcus hyppocampi genannt, mit einer convexen Kehrseite an der dünnen Innenwand des Hinterhornes als kleiner Seepferdefuss prominirt, herrscht ein abweichender Typus. Die Pyramide herrscht hier nicht vor, sondern die körnerartige Formation. Erstere bildet bei ziemlich gleichmässigem mittlerm Caliber nur eine (die 2.) Schicht, so dass die Formen der frühern 4. Schichte hier schon als 3. Schicht auftreten. Doch spaltet sich diese hier sehr mächtige und breite Formation durch Einschiebung zweier kahler (dünnbevölkerter) Zwischenkörnerschichten in eine aus fünf Schichten bestehende Zone, so dass die eine körnerartige Formation des frühern Typus dreimal wiederkehrt. Auf das innerste körnerartige Stratum folgen die Spindeln.

Diese Rindenform ist somit achtschichtig. Die beiden kahlen Zwischenkörnerschichten verschmelzen zu einem in diesem Gebiet unvergleichlich scharfen, vollkommen constanten durch Pigmentmangel weissen Streifen, mit welchem Eindruck die mittlere Körnerschicht ihrer Schmalheit wegen zusammenfliesst. In diesen zellarmen Gebieten finden sich einzeln stehend oder in seltenen kleinen Häufchen Pyramiden eines allergrössten, die Ammonshornformation um das Doppelte übertreffenden Calibers (Solitärzellen). Diesen Gewebstypus enthält das Affenhirn, hervorragend durch überwuchernde Ausbildung des Hinterhauptlappens in grösserer Ausbreitung, als das menschliche.

Die Formation der Hinterhauptspitze nahm Clarke zum Ausgangspunkt seiner Untersuchungen über die Gehirnrinde und beschreibt erkennbar die beiden kahlen Schichten. Da er aber gleich andern Autoren die körnerartige und spindelartig Formation nicht als besondere Gestaltungen unterscheidet, so verschmilzt er die äussere und innere Körnerformation mit den angränzenden Pyramiden und Spindeln, und zählt somit nur 6 Rindenschichten statt 8.

3. Im Typus der Sylvischen Grube gelangt die 3. Form der Rindezellen, die Spindel, zu überwiegender Entwicklung, und zwar in Form der Vormauer und des Mandelkernes. Die Vormauer kleidet als ein selbstständig gewordenes Blatt der innersten Rindenschichte, durch das dünne Markblatt der äussern Kapsel vom Linsenkern getrennt, (Fig. 233, 243 — 245 *Cl*) die Windungen der Insel aus und folgt fächerförmig verbogen ihrer Faltung.

Von den Rändern der Insel aus schlägt sie sich in den die Sylvische Grube umgebenden Rindenwall um, nach oben in den Klappdeckel, nach unten in die oberste Schläfenwindung. Zugleich erstreckt sie sich (wie Fig. 233 zeigt) klammerartig nach vorne in das Stirnende und das Schläfenende des die Sylvische Grube umgebenden Urwindungsbogens.

Der Blindsack der Sylvischen Grube und der ihn wallförmig einschliessende Trugbogen sind das formbildende Centrum der Convexität des Gehirnes, ein an allen Säugethierhirnen identisches, durch die Vormauer markirtes, zu einer Einheit zusammengeklammertes Gebiet. Es war daher nicht nur das unbestrittene Recht LEURETS, als Entdeckers des gesetzmässigen Windungstypus, eine Terminologie zu schaffen, sondern auch der richtige Vorgang, mit der Zählung der Windungen von hier auszugehen. Der verdienstvolle HUSCHKE folgte ihm. Diese Zählung führt nicht zu der Inconsequenz der seit Wagner beliebten Zählung der Windungen, die Einheit des durch die Vormauer markirten Windungsbogens in das terminologische Flickwerk eines 3. Stirnzugs mit einem 1. Schläfenzuge zu zerreissen, und andererseits, da in der Säugethierreihe die Zahl der Stirnwindungen zwischen 2 und 4 schwankt, den so markirten untersten Stirnzug mit wechselnden Zahlen zu belegen.

Die Vormauer zeigt an Frontaldurchschnitten des Gehirnes (Fig. 245 *Cl*) die Form eines verbogenen Kegels mit unterer Basis. Diese untere Verdickung erwächst zu der compactesten Massenanhäufung da, wo die Vormauer über den Fuss der Insel hinaus in den Schläfelappen eindringt. Dort gestaltet sich, die vordere Wand des Unterhornes (Fig. 233 inf.) bildend, aus den Elementen der Vormauer ein rundlicher Klumpen, der Mandelkern (Fig. 233 *A*), dessen Masse durch Uebergangshaufen, die man ebensogut zu ihm, wie zur Vormauer schlagen kann, in die Basis der letztern übergeht. Die ganze Spindelzellenformation, die, längs der Wände der Sylvischen Grube verbreitet, ihren untern Abschluss in der Amygdala findet, lässt sich unter dem Bilde eines parallel der Insel entfalteten Fächers mit (in den I. Urwindungsbogen) umgekrämpten Rändern vor Augen halten, dessen Stil in eine Kugel, den Mandelkern, ausläuft.

Dass diese Formation nicht als »äusserer Streifenhügel« (ARNOLD) zu den Ganglien gehöre, geht aus ihrer unten auszuführenden Verknüpfung mit fibrae propriae der Hemisphäre hervor, die ja durch ihre ausschliessliche Verbindung mit Rindensubstanz characterisirt sind.

Die Continuität der Oberfläche der Hirnrinde, die den Mandelkern ununterbrochen deckt, verschmilzt ihn mit einer ihm ganz fremden Bildung zu einer täuschenden Formeinheit, nämlich mit dem Ammonshorne zum Haken des Gyrus fornicatus.

4. Die Ammonshornformation. Das Schläfenstück des Gyrus fornicatus, die Hakenwindung oder das Subiculum cornu Ammonis mit dem Ammonshorn ist nach dem pag. 702 Gesagten ein Theil des Abschnürungsringes der medialen Hemisphärenfläche, an dessen Lichtung die Rinde mit freiem Saum endet. Dieser freie Saum ist in der grössten Länge des Ammonshorns S förmig eingerollt. Der Ausgangspunkt der Einrollung ist (Fig. 236) die Windung S, das Subiculum cornu Ammonis. Ihr liegt, zum Ausgangspunkt zurückgebogen, der freie Saum der medialen Rinde als fascia dentata Tarini (*Tar*) (der Schnabel des S) an. Zwischen Subiculum und fascia dentata liegt die Rindencontinuität der gerollten Schicht (stratum convolutum *cc*),

dessen erste (dem Subiculum nähere) mit dem Marke des Muldenblattes, alveus (*AA*) überzogene Curvatur, plastisch erhoben, als Ammonshorn an der Innenwand des Unterhornes vorspringt. Das membranöse Mark des

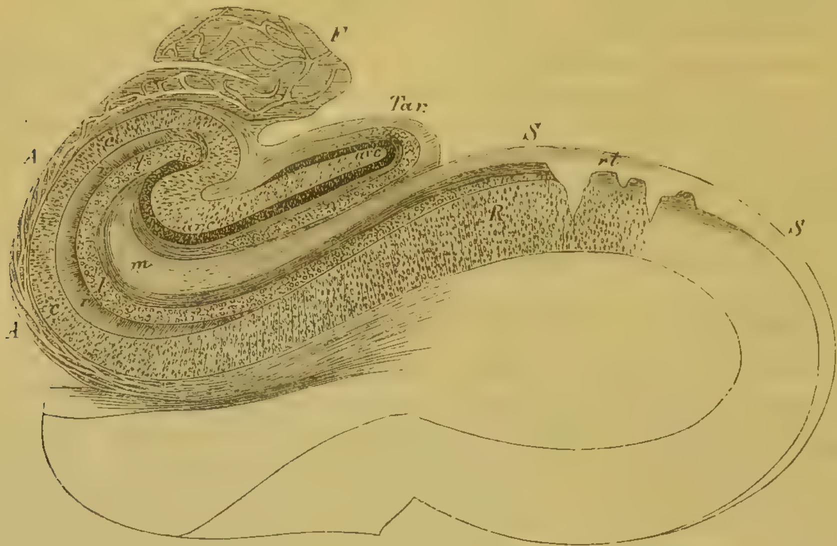


Fig. 236. Durchsichtiger Querabschnitt aus der Mitte der Länge des menschlichen Ammonshornes. (5 ×) *S* — Subiculum cornu Ammonis. — *Tar.* die fascia dentata Tarini. — *F* die Fimbria. — *A* das Muldenblatt, — *cc* das stratum convolutum mit den grossen pyramidalen Körpern. — *r* das stratum radiatum. — *l* das stratum lacunosum. — *m* das Kernblatt. — *rt* substantia reticularis. — *arc.* Stratum der gedrängten Nervenkörper in der fascia dentata. — *R* Rinde des Subiculum.

Muldenblattes sammelt sich in einen Strang (*F*), die Fimbria, der Hauptursprung des Gewölbes. Sie ist die dritte von den vier Längserhabenheiten des Ammonshornes, die hier im Querschnitt vorliegend, sich aus dem Vorgang der Einrollung morphologisch klar entwickeln. Das Subiculum gewinnt einen netzförmigen Markbeleg, welcher dem Markanflug aller übrigen Rinde analog ist, in Form der weit mächtigeren Substantia reticularis (Arnold) (Fig. 236 *rt*). Dieser Markbeleg entwickelt sich auch an dem der freien Oberfläche entsprechenden Gebiet des stratum involutum, welches, wie Fig. 236 ersichtlich darthut, in die Einrollungsfalte zwischen Subiculum und fascia dentata fällt, wo er das Kernblatt lamina medullaris (*m*) darstellt.



Diese einer transversalen Ebene angehörige Einrollung der Rinde im Ammonshorn kann ersichtlich das Bild einer

Fig. 237. Schema der gerollten Schichte des Ammonshornes mit dem Marke des Muldenblattes und des Kernblattes. *m* das Kernblatt mit sehr kleinen Nervenkörpern = Schichte 1 der fünfschichtigen Rinde. *l* Gebiet des stratum lacunosum mit einem Netze aus Pyramidenspitzenfortsätzen = der 2. Schichte. — *r* das stratum radiatum, die äussere Hälfte der 3. Schichte vertretend. — *C* die Pyramiden der gerollten Schichte = gleich der innern Hälfte der 3. Schichte der 5schichtigen Rinde. *A* das Muldenblatt = gleich dem Projectionssysteme des Windungsmarkes, das hier wegen Fehlens der körnerartigen und spindelförmigen Schichte sich unmittelbar an *C* anschliesst.

longitudinalen Umbiegung, der des Hakens nicht decken. Dessen Trugform entsteht dadurch, dass am vordersten Ende des Ammonshornes die in Fig. 236 Sförmige gerollte Schichte sich ausstreckt, und nur eine leichte wellenförmige Verbiegung beibehält, deren Wellenberge als die sogenannten Klauen (Digitationes) vorspringen. So gestreckt, überragt der freie Rand der gerollten Schichte (von innen gesehen) das Subiculum als Hakenspitze, während der vor das Ammonshorn geschobene Mandelkern (Fig. 233 *H*, *A*) den Contour zu der scheinbaren Umbeugung der Hakenwindung abrundet.

Das Ammonshorn ist aber nur bezüglich seiner gröbern Formen ein minder einfaches Gebilde als andere Windungen, bezüglich seiner geweblichen Schichtung, des Formenreichthums seiner Zellen ist es die einfachste der Grosshirnwindungen, ein defectes Gebilde, das einzig die pyramidalen Formen der übrigen Rinde einschliesst.

Schon die Rinde im Subiculum ist nur aus den kleinen und grossen Pyramiden zusammengesetzt. Während hier wegen Mangels der spindelförmigen Zellen die eine Form der centralen Verbindung der Associationssysteme fehlt, ist in der Substantia reticularis die andere Form der Verbindung, welche die Rindengebiete durch das anderorts dürftige Mark einer membrana alba involvens untereinander finden, gleichsam compensatorisch stärker entwickelt. Der äussere Contour der 2. Hirnrindenschichte erscheint darum lückenhaft (Fig. 236, *S*—*S*) durch das bündelweise Hindurchsetzen von hier selbst nach Arndt verästigten Spitzenfortsätzen grosser Pyramiden, die ihr Contigent zur formatio reticularis stellen. Die gerollte Schichte (*ccc*) im Innern des eigentlichen Ammonshornes besteht einzig aus den grössten Formen, also aus den Pyramiden der innern Hälfte der 3. Rindenschichte. Im Gebiete der fascia dentata endlich treten die kleinen Formen in einer diesem Gebilde eigenen dichten Aneinanderdrängung (stratum corporum nerveorum artorum) wieder auf, während sie in der übrigen Rinde mittlere Distanzen von 100 μ zwischen sich lassen. Dieser dichten Anordnung ist es zuzuschreiben, wenn Kupfer, Kölliker und Deiters, die sich deckenden zarten und dadurch verworren contourirten Protoplasmen übersehend, lediglich die hier immer bläschenförmigen Kerne bemerkten. Das von ihnen angenommene bindewebige stratum granulosum besteht also nicht und wurde auch von Arndt richtig als Nervenzellen aufgefasst. In die den Nervenkörpern nach defecte Schichtung des Ammonshornes zieht sich übrigens die volle Breite der nicht nervösen Grundsubstanz hinein und veranlasst die in Fig. 237 schematisch hingestellte (mit Fig. 236 zu vergleichende Schichtung. Man verfolge in Fig. 236 den äussern Contour der Rinde des Subiculum und man wird hiedurch auf das Kernblatt als die in die Einrollungsfalte einbezogene äusserste:

Die 1. Rindenschichte (*m*) geführt. Die kleinen zerstreuten Zellen dieser Schichte sind hier meist schwer zu erkennen und sind dem Faserflusse des Kernblattes parallel gestellt.

Die 2. Schichte, in der die kleinen Pyramiden fehlen, bildet ein stratum lacunosum (*l*), (stratum reticulare Kupfer's). Die in Fig. 236 *l* angedeuteten

Lücken sind ein dichtes Netz perivasculärer Räume um ein anastomotisches Strombett von Capillaren, in welchem die aus der pia mater hereingezogenen Gefässe des Kernblattes mit den von der Kammeroberfläche (vom Ependym aus) eindringenden Markgefässen des Muldenblattes (*AA*) sich vereinigen. In diese Schicht fällt die Zusammensetzung der Spitzenfortsätze der Pyramiden aus einem nervösen Netzwerk.

3. Der äussern Hälfte der 3. Rindenschichte, deren Pyramiden mittlern Calibers hier unvertreten sind, entspricht ein, wie Kupfer bemerkte, durch die langen Pyramidenspitzenfortsätze parallel streifiges Gebiet (stratum radiatum).

Hierauf bilden die Pyramiden der innern Hälfte der 3. Schichte in vielen Lagen übereinander die eigentliche Ammonshornformation (*c*). Die um die Nervenkörper hervortretenden Lücken, die man einer Retraction der Bindesubstanz durch die Härtung der Präparate zuschreibt, sind an diesen grossen Formen besonders auffallend und werden von H. Obersteiner als pericelluläre Lymphbahnen aufgefasst, welche er injicirte, an Schnittpräparaten mit perivasculären Räumen communiciren und Körper einschliessen sah, die er als unentwickelte Formen lymphoider Elemente anspricht.

Die 4. u. 5. Schichte der übrigen Rinde ist im menschlichen Ammonshorn auch durch keine nicht nervöse Substanz, an Thieren (Katzen, Kaninchen) aber allerdings durch ein Stratum derselben (Kupfers Stratum moleculare) vertreten. So kommt es, dass der am Menschen unmittelbare Zusammenhang des Muldenblattes mit den Pyramiden, seiner durch das Stratum moleculare veranlassten Mittelbarkeit wegen Kupfer entging. Das Muldenblatt (*A*) repräsentirt das der Ammonshornrinde zugehörige Mark und wird wie das übrige Marklager der Hemisphäre an seiner Oberfläche vom Epitel der Seitenkammer überzogen. Das Epitel der Riechlappenhöhle hat Clarke als mit dem um den Centralkanal des Rückenmarkes identisches, als ein nach aussen in Fäden sich verlängerndes Pallisadenepitel beschrieben, dessen Fäden mit, einzig von Stilling als nervös angesprochenen, Körnern zusammenhängen. Ich halte diese Epitelform für allem Gehirnependym gemeinsam, und habe mich davon auch bezüglich der Streifenhügel-, Sehhügel- und Balkenoberfläche überzeugt, während schon Gerlach die Gegenwart von Cylinderepitel bis in die Wasserleitung constatirt hat. Für das von Andern gesehene Pflasterepitel der Ventrikel ist 1. die Ansicht in der Vogelperspective nicht entscheidend, 2. wird an feinen Profilschnitten das verschmächtigte Ende mit dem Faden ebenso leicht abgeschnitten, wie die Fortsätze von Nervenzellen. Die camera septi pellucidi ist ebenso epitellos, wie die mediale Fläche der Grosshirnlappen, von der sie ein Theil ist.

5. Die Formation des Bulbus olfactorius. Die vordere Bogenhälfte des medialen Abschnürungsringes der Hemisphäre ist der Riechlappen, beim Menschen unpassend nervus olfactorius genannt. Er stellt ein Divertikel des Rindensackes dar, ist wie der Grosshirnlappen hohl, und zwar com-

municirt seine Höhle mit der Seitenkammer (Fig. 238 *V*). Nach oben schlägt sich seine Rinde in die Gesammtrinde um, nach unten und hinten (gegen die lam. perfor. ant.) würde er unmittelbar einen Theil des freien Rindensaumes



Fig. 238. Durchsichtiger sagittaler Abschnitt aus dem Gehirne des Hundes. *FO* der Grosshirnlappen. — *S* der Querschenkel des Sulcus cruciatus von Leuret. — *F* das vom Gyrus fornicatus gebildete Stirnhirn. — *R* der Riechlappen. — *R'* der bulbus des Riechlappens. — *VV* die Höhle des Riechlappens in Communication mit der Seitenkammer. — *Ce* der Antheil des Riechlappenmarkes, der in die vordere Commissur übergeht und der Querschnitt der vordern Commissur, der diesem Marke entgegenwächst. Die ganze Bahn beschreibt eine an einer kurzen Stelle abgekappte Curvatur nach aussen. *m* das Mark des bulbus olfactorius. — m' m_2 Mark des Riechlappens, welches in den nucleus caudatus eintritt. *L.* Basaltheil des nucleus caudatus (Gegend der vordern durchbohrten Platte). — *NC* Kopf des nucleus caudatus, bogenförmig in den Basaltheil übergehend. — *P* der Fuss des Hirnschenkels in Verbindung mit dem geschwänzten Kern. *Th* der Sehhügel, in Verbindung mit Bündeln, die aus der Rinde des Stirnhirns entspringen. *II* n. Opticus. — *G* Gewölbe. — *T* Balken. — *A* Ammonshorn. — *m. f.* in den Gyrus fornic. umgeschlagenes Riechlappenmark.

darstellen, verbreitete nicht die lamina perfor. ant. einen noch zu erwähnenden Beschlag von Rindensubstanz über die Basalfläche des nucleus caudatus. Der bulbus olfactorius bildet eine auf diesen kegelförmigen Rindenfortsatz aufgestülpte Kappe (Fig. 238 *R'*), von deren äusserer Fläche bekanntlich die Nerven der Schneider'schen Membran abgehen; von seiner hohlen Innenfläche geht ein ihm selbständig zugehörendes Mark aus, das die Vorderfläche des Riechlappens hautartig überzieht, sich entlang der äussern und innern Windung des Riechlappens spaltet und von der Basalansicht des menschlichen Riechlappens aus dessen irrthümliche Auffassung als Nerv veranlasste (*m*).

Zu beiden Seiten der vordern durchlöcherten Platte theilt sich der Riechlappen in die innere und äussere Riechwindung. Erstere fliesst mit dem Stirnende des Gyrus fornicatus zusammen, unter welchem sie eine Strecke weit als ein gesonderter Längswulst erkennbar ist (Fig. 241 *Rt'*). Letztere, die stärkere, verschmilzt mit dem Schläfenende des genannten Gyrus, dem Subiculum cornu Ammonis (Fig. 242 *Ra Sub*).

Der bulbus olfactorius, den Luys mit Berechtigung der Retina analog setzt, nimmt zunächst die in den Riechzellen perifer endigenden Büschel der Riechnerven als ein kurzes Projectionssystem auf, so wie die Retina sich mit einem noch kürzern Projectionssystem, nämlich den Verbindungsfäden zwischen den Stäbchen und Zapfen als Endorganen und ihren nervösen Elementen als Centren verbindet.



Fig. 239. Durchsichtiger Abschnitt aus dem Riechlappen eines Affen (100 ×). *n* die Riechnervenschichte. *gl* die glomeruli olfactorii. — *r* die Rindensubstanz, deren Ganglienzellen innen am dichtesten stehen (stratum gelatinosum). *gr* Körnerschichten. — *m* Markschichten.

Diese Riechnerven (Fig. 239 *n*) gelangen zu einem aus klumpigen Massen zusammengesetzten stratum glomerulosum (*gl*), dessen Glomeruli von kleinen kernartigen Zellen theils umgeben theils durchsetzt sind, ferner gewundene Gefässe enthalten, hauptsächlich aber aus einer fein granulirten Masse vom Ansehen der Grundsubstanz der Gehirnrinde bestehen. Diese von Leidig an einem Fisch zuerst bemerkten Ursprungsklumpen der Riechnerven können in ihrer wahren Bedeutung nur am Menschen gewürdigt werden (Fig. 240), wo die Bindesubstanz fehlt, welche den Glomerulus olfactorius bei den Thieren zu seiner Mächtigkeit aufbläht. Hier stellt sich die ganze Bildung als eine Aufknäuelung eines Riechnervenfadens unter Betheiligung eingeschalteter Zellen dar. Die (wie schon bei der allgemeinen Formation der Rinde und beim Ammonshorne hervortrat) im menschlichen Gehirne typische Reduction (hier wohl der Ausfall) der nicht nervösen Substanz begünstigt so eine Einsicht, die in den Riechlappen der Thiere durch Aufblähung und Auseinanderdrängen der Curvaturen der Knäuel vereitelt war.

Die 3. Schichte, Clarke's Stratum gelatinosum (*r*), enthält im äussern Gebiete zerstreute, nach Innen zu dichter angeordnete theils spindelförmig, theils pyramidal erscheinende Nervenzellen, eingebettet in die Grundsubstanz der Rinde. Das nun folgende Marklager des Bulbus zeigt einen concentrischen Wechsel reiner Markschichten mit dicht eingestreuten kleinen, den Purkinje'schen Körnern des Kleinhirnes sehr ähnlichen Nervenzellen: Strata granulosa und medullaria (*gr*, *m*). Diese kleinen unregelmässigen Nervenzellen sind vielleicht nur eine im Kaliber verschiedene Variation der Körnerschichten der Retina und der Elemente der 4. Schichte der gesammten Grosshirnrinde.

Die Rinde des Riechlappens ausser dem Bulbus ist noch nicht mit monographischer Sorgfalt durchforscht. Sie scheint aus einer einzigen Form grosser Zellen (vielleicht wie das Ammonshorn) zusammengesetzt zu sein.

Die mit dem Riechlappen Schritt haltende bedeutendere Entwicklung der Bogenwindung prägt sich auch in einer Zunahme des Ammonshornes aus, welches sich unter dem Balkensplenium horizontal nach vorne erstreckt (Fig. 238, 241, 242 *A* und *Ah*), den Sehhügel bedeckend, während es beim Menschen erst hinter diesen Organen beginnt. Diese Fülle der Entwicklung lässt beide Ammonshörner in der Mittellinie miteinander verschmelzen und ebenso das Gewölbe in der Verlaufslänge seines Körpers. Ebenso abhängig von der Entwicklung des Riechlappens verdicken sich auch die Septa pellucida und verwachsen unter Verschwinden ihrer sogenannten Kammer mit ihren medialen Flächen. Letztere Verschmelzung findet sich sogar noch bei den Affen, so dass (ich weiss nicht ob mit Ausnahme der Primaten) einzig die Hemisphären des Menschen lediglich durch Balken und vordere Commissur zusammenhängen.

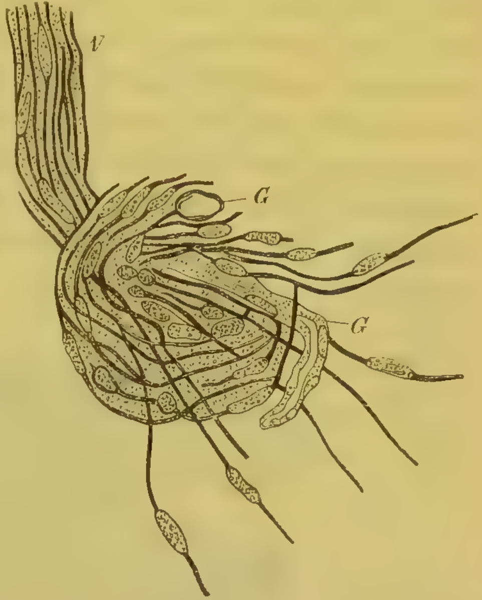


Fig. 240. Ein Glomerulus olfactorius des Menschen. *N* der eintretende Riechnerv. *G* Gefässe. (600 ×).

Diese Rindensubstanzen geben dem gesammten Mark der Grosshirnlappen den Ursprung. Eine zusammenhängende Darstellung desselben an durchsichtigen Abschnitten des Gehirnes ist heute noch nicht im Entferntesten durchgeführt. Die Thatsachen, welche heute auf diesem Wege ersichtlich zu machen sind, erschöpfen sich in den nachfolgenden Bemerkungen.

Die im Allgemeinen zu unterscheidenden Marksysteme wurden schon in der Einleitung dieses Capitels grösstentheils aufgeführt. Sie sind: 1) die Fibrae arcuatae oder Associationssysteme, 2) das Balkensystem, 3) Bündel, die in das Mark des kleinen Gehirnes übergehen, 4) die Projectionssysteme, 5) die vordere Commissur.

In Fig. 233 gibt *pr* eine Stichprobe der guirlandenartigen Verknüpfung zweier benachbarter Windungen durch um die Windungsfurche gelegte fibrae propriae. In *arc* stellen sich Bündel dar, deren Fluss parallel der Längsaxe des Grosshirnlappens vom Hinterhaupt gegen das Stirnende der Hemisphäre gerichtet ist. Sie gehören dem grossen System des Fasciculus arcuatus an, der die entlegensten Provinzen der Rinde der Convexität mit einander verknüpft. Antheile seiner Bündel durchlaufen zugleich die obersten Regionen der Vormauer.

Weiterhin zeigen sich in *unc* die Bündel des Fasciculus uncinatus, welcher das Stirn- und Schläfenende des Grosshirnlappens auf kürzestem Wege mit einander verknüpft, concentrisch eingeschlossen von dem weiten Wege,

den der Fasciculus arcuatus, alle Stationen zwischen denselben Endpunkten verknüpfend, durchmisst. Der Fasc. uncinatus durchzieht in der breitesten Durchsetzung die Masse der Vormauer und wohl auch des Mandelkernes. An den vordern strang- und hakenförmigen Theil schliessen sich flächenhafte, der Ausbreitung der Vormauer folgende Gebiete von Associationsbündeln in unmittelbarem Anschluss an, einen wesentlichen Antheil im Mark der Insel und äussern Kapsel darstellend, und dort die Spindelzellen der Vormauerformation einschliessend, sowie die fibrae arcuatae längs der ganzen Rinde mit derselben Formation sich verbinden. Nur entspricht hier einer besonders reichlichen Anhäufung von Associationssystemen die selbständige Entwicklung der innersten Rindenschicht zu einem besondern Organ.

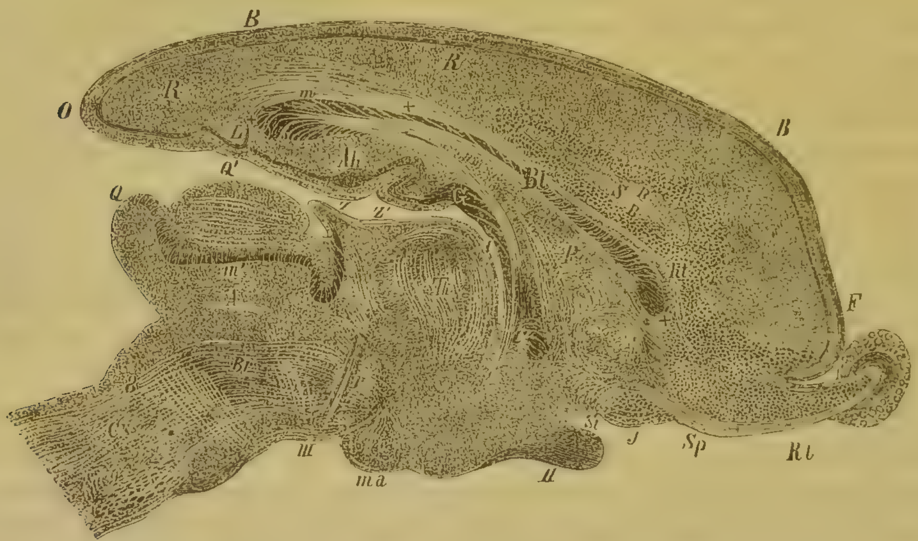


Fig. 241. Durchsichtiger sagittaler Abschnitt innerhalb der Breite der innern Riechwindung unweit der innern Oberfläche aus dem Gehirne des Meerschweinchens. *F* das Stirnende. *O* das Hinterhauptende des Grosshirnlappens. *RR* Rinde. *BB* deren äusserstes Stratum. *S* Durchschnitt einer Windungsfurche. *Bl* der Balken. +++ Durchbruch des Balkenquerschnittes durch Associationssysteme der Rinde des Riechlappens und des Gyrus fornicatus. *Sp* oberflächliches Mark der innern Riechwindung. *m* Bündel des Gyrus fornicatus. *Ah* das Ammonshorn. *L* Bündel seiner formatio reticularis, die in den nerv. Lancisii übergehen. *G* das Gewölbe. *P* das Septum pellucidum. *St* Pedunculus septi. *J* Fortsetzung der Streifenhügelmasse in das Septum nach innen von der Lamina perforata anterior. *C* vordere Commissur. *l* Hirnkammer. Z Zirbel. Z' das Ganglion der habenula. *m'* Durchschnitt des Vierhügelmarkes, der sich in die hintere Commissur und die Zirbel fortsetzt. *A* die Wasserleitung. *Th* Sehhügel. *ma* das corpus candicanus. *Cr* Hirnstamm. *I* das aus dem Ganglion des Zirbelstils stammende Haubenbündel. *III* nerv. oculomotorius. 8 das hintere Längsbündel. *Br* Kreuzungsstelle der Bindearme. *Rl* der Riechlappen. *Rl'* Fortsetzung der Rinde der innern Riechwindung unter dem Stirnende des Gyrus fornicatus.

In *lg* jener Figur zeigen sich weiterhin Bündel, die als fasciculus longitudinalis inferior von der Hinterhauptspitze gegen die Schläfenspitzen der Hemisphären gerichtet sind. Längs der medialen Fläche umzieht bekanntlich das Mark des Gyrus fornicatus bogenförmig den Balken vom Stirnende bis zum Schläfenende der Grosshirnlappen, als das Pendant des fasciculus arcua-

tus der Convexität für die Rinde der innern Fläche. Ihm gehört die kurze Markstrecke *m* in Fig. 241 an.

Zu den fibrae arcuatae gehört, wie schon GRATIOLET richtig würdigte, auch ein Theil des Riechlappenmarkes, indem, sowie die Rinde der äusseren und inneren Riechwindung mit den beiden Enden des Gyrus fornicatus verschmilzt, so auch das Mark derselben in das Mark des letzteren übergeht. Zunächst sind es die langen, als nervus Lancisii den Balken unmittelbar deckenden untersten Bündel des Markes der Bogenwindung, welche nach rückwärts mit der substantia reticularis und dem Kernblatt des Ammonshorns, nach vorne aber mit dem Grau der innern Riechwindung zusammenhängend, diese beiden Rindenbezirke verknüpfen. Ausserdem ist die innere Fläche des septum pellucidum noch von longitudinalen Bündeln bedeckt, welche aus der innern Riechwindung stammen, aus der sie theils durch das Balkenknie, theils unter ihm verlaufen und Körper und Splenium durchsetzend in die verschiedensten Verlaufslängen der Bogenwindung eintreten. Vielleicht verbinden sie sich mit den parallelen Spindelzellen des Septums (Fig. 241 *L*, *Rt'*, †††, *m*, *Bl P.*)

Das oberflächliche und das tiefliegende Mark der äusseren Riechwindungen fliesst einerseits mit der substantia reticularis der Hakenwindung (Fig. 242 *m ret*), andererseits mit der eigentlichen Markleiste derselben zusammen, welche zwischen der Rinde des Hakens und dem Mandelkern ein nicht sehr mächtiges Blatt bildet (Fig. 242 $m^2 + mf$). Auf diesem Wege wächst ein Fortsatz der Vormauer in das Mark der äussern Riechwindung hinein, durch dessen Spindelzellen dasselbe mit den weitgreifenden Associationssystemen der Sylvischen Grube in Verbindung tritt (Fig. 242 *m' Cl*).

Ueber das Balkensystem stellt die microscopische Analyse am Querschnitte kleiner Säugethierhirne, von denen OELLACHER nach dieser Richtung die Fledermaus eingehend untersuchte, die Berechtigung der Ansicht ARNOLD's heraus, dass es lediglich aus Commissurenfasern zwischen identischen Bezirken der beiderseitigen Rinden, nicht wie FOVILLE wollte, aus gekreuzten, in die Ganglien eintretenden Projectionsbündeln bestehe. Ebenso ergibt sich, dass es nicht, wie BURDACH glaubte, eigene Windungsbezirke für sich, sondern alle in Gemeinschaft mit den Projectionssystemen versorgt. Dabei durchkreuzen sich die Bündel des Balkens und die Projectionsbündel auf das mannigfachste (ARNOLD, REICHERT). Das Balkensplenium ist durch Umbeugung nach unten zweiblätterig (Fig. 241), nicht ein massiver Wulst, und beide Blätter lassen, indem sie sich im Laufe nach den Schläfenlappen nicht aneinanderlegen, die Kluft des Hinter- und Unterhornes zwischen sich entstehen (LUYS). Dabei bildet das obere Blatt des Spleniums als Tapetum die äussere Höhlenwand (REIL), (Fig. 243 *T'*). Die vielfältige und zierliche Durchflechtung der Balkenmasse durch fremdartige Bündel lässt sich microscopisch sicherstellen mit vollkommenem Ausschluss einer Verwechslung mit Bindegewebe oder Gefässbahnen (Fig. 241). Daran betheiligen sich auch

entschieden (wie schon Arnold angab) aus den hintern Partien des Gyrus fornicatus zum Gewölbe tretende Bündel, welche sich über die untere Hälfte des Septum pellucidum flächenhaft verbreiten (Fig. 241 *G*).

Die Hauptmasse des Projectionssystemes wird als Stabkranz sowohl von der convexen, als von der medialen Oberfläche aus von den

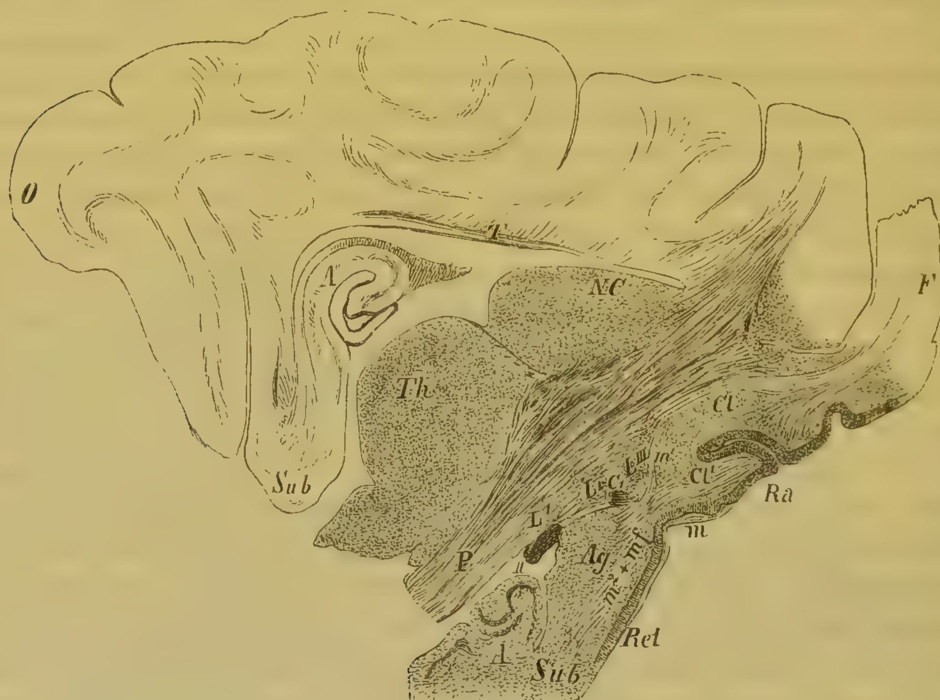


Fig. 242. **Durchsichtiger sagittaler Abschnitt des Gehirns des Hundes in der Breite der äussern Riechwindung.** *F* das Stirnende. *O* das Hinterhauptende des Grosshirnlappens. *T* Durchschnitt der untern Bündel des Balkenkörpers. *Sub A*, *Sub* Hinterhauptheil und Schläfentheil des Ammonshornes. Das nach aussen convexe Verbindungsstück zwischen beiden Fragmenten ist an der äussern Gränze des Hirnstammes abgekappt. *Ra* die äussere Riechwindung. *m* deren oberflächliches Mark (aus dem Bulbus stammend). *m'* Mark der äussern Riechwindung. *Cl* Vormauer. *LI LII LIII* die Glieder des Linsenkernes. *Ag* Mandelkern. $m^2 + mf$ Verschmelzung des Markes der Riechwindung mit dem der Hakenwindung. *Rel.* Substantia reticularis mit dem oberflächlichen Mark der Riechwindung verschmelzend. *c* der Hemisphärenantheil der vordern Commissur. *II* Tractus opticus. *Nc* nucl. caudatus. *Th* Thalamus opticus. *P* der Fuss des Hirnschenkels.

Formationen der genannten in Rindensubstanz entspringenden und endigenden Systeme zugedeckt. Das Projectionssystem besteht aber keineswegs nur aus radiären Bündeln, die (wie die in Fig. 233 von der Hinterhauptspitze heranziehenden P^1) auf dem kürzesten Wege in die Ganglien eindringen, sondern es enthält auch Antheile von bogenförmigen Verlauf, deren auffallendster Repräsentant das die Rinde des Gyrus fornicatus im Sehhügel vertretende Gewölbe ist.

Ein anderes auffallendes Projectionsbündel dieser Verlaufsform ist die Stria cornea, welche in ihrem bogenförmigen Wurf die Spitze des Schläfelappens mit der ganzen Länge des Innenrandes vom geschwänzten Kerne verknüpft.

Die Masse des Projectionssystems, die von irgend einem Gebiet der Rinde in ein Ganglion eintritt, muss im geraden Verhältniss zu der Masse des Ganglions stehen, das ihre Endigungszellen enthält. Die grossen vorderen Hirnganglien des geschwänzten Kernes und des Linsenkernes entwickeln ihre unvergleichbar mächtigste Masse gegen das Stirnende der Grosshirnlappen, als Kopf des Streifenhügels und als Keilbasis des Linsenkernes. Nach rückwärts aber läuft das eine dieser Ganglien in einen schmächtigen Schweif, das zweite in eine sägeartig defecte, ebenso dünne Kante aus. Es ist darum nicht zu bezweifeln, dass der Stirnlappen in diesen (bekanntlich motorischen) Ganglien durch eine weit mächtigere Masse von Projectionssystemen vertreten ist als der Scheitellappen und noch überwiegend mehr als der Hinterhaupts- und Schläfelappen.

Dagegen kommt bestimmten Theilen des Sehhügels und den übrigen Ursprungsmassen des tractus opticus eine (für letztere wahrscheinlich die einzige) Verbindung mit dem Hinterhaupts- und Schläfelappen der Hemisphären zu. Letzteres Massenverhältniss lässt in Fig. 243 sich überblicken, indem hier das Polster des Sehhügels (Th^1), der äussere und innere Kniehöcker (*ge* und *gi*), sowie der Vierhügel mit ihren Projectionssystemen in einem horizontalen Abschnitt blossgelegt sind. Man ersieht, wie die aus dem Hinterhauptlappen des Affen in die Ursprungsganglien des Tractus opticus eingehenden Strahlungen in ein besonders mächtiges Markblatt (Seh-



Fig. 243. Horizontaler Längsabschnitt aus der linken Hälfte des Gehirnes von Cercocebus cinomolgus. *F* Stirnende. *O* Hinterhauptende des Grosshirnlappens. *FS* Eingang in die Sylvische Grube. *I* Insel. *Cl* Vormauer. *T* Balken. *S* Septum. *Ca* vordere Commissur. *A* Ammonshorn. *V*, *Vp* Vorder- und Hinterhorn der Seitenkammer. *Vm* mittlere Kammer. *Cm* mittlere Commissur. *Aq* Wasserleitung. *T'* Balkentapete. *L I*, *II*, *III* die Glieder des Linsenkernes. *Nc*, *Na* Kopf und Schweif des nucleus caudatus. *Th* die vor den Kniehöckern gelegene Masse des Sehhügels. *Th'* Sehhügelpolster. *Qu* unterer Zweihügel. *Gi* innerer Kniehöcker. *Ge* äusserer Kniehöcker. *mth* Stabkranzbündel aus dem Stirnlappen in den Sehhügel. *P* Fuss des Hirnschenkels. *Om* Mark aus dem Hinterhauptslappen für das Pulvinar, den Arm des obern Zweihügels (*Bs*), die beiden Kniehöcker, den Arm des untern Zweihügels (*Bi*), den Fuss des Hirnschenkels und den Linsenkern.

strahlungen GRATIOLETS) sich sammeln (*Om*), bedeckt von reichlichen Massen bogenförmiger Bündel. Derselben Masse gesellen sich die hintersten und zugleich äussersten Bündel vom Fuss des Hirnschenkels zu. Da nun erwiesen werden wird, dass die äussersten Bündel vom Fuss des Hirnschenkels durch die Pyramidenkreuzung der Oblongata in den Hinterstrang des Rückenmarks übergehen, so zeigt sich, dass eine Repräsentation der hintern Wurzeln des Rückenmarkes in denselben Hemisphärenlappen, wie die Sehstrahlungen, eingeschlossen ist. Zugleich hat schon GRATIOLET dargethan, dass die aus der Hirnrinde seiner Ansicht nach in den Tractus opticus, in Wahrheit in dessen Ursprungsmassen eingehenden Projectionssysteme, sowie die aus der Rinde in die äussersten Bündel des Fusses vom Hirnschenkel übergehenden Strahlungen durchwegs nicht allein aus den Hinterhauptlappen, sondern auch aus den Schläfenlappen der Hemisphären entspringen. Diesen gesammten Bündeln gesellt sich eine mächtige Repräsentation noch einer anderen Sinnesoberfläche, nämlich der Riechschleimhaut zu.

Ein wesentlicher Antheil des Riechlappenmarkes wächst (Fig. 238 m^2 *c*), die Streifenhügelmasse durchsetzend, auf den sich gleichsam entgegenstreckenden Querschnitt der vordern Commissur (*c*) zu. Diesem Bilde entspricht der nach Aussen gewendete, in einer kurzen Strecke abgekappte Verlaufsbogen eines Ueberganges von Riechlappenmark in die vordere Commissur. Andererseits war es schon BURDACH und GRATIOLET bekannt, dass die Bündel der vorderen Commissur nirgend anders hin als in die Rinde des Hinterhaupts- und Schläfenlappens verlaufen. Es sind somit 1. dem Rückenmarke angehörige Sinnesoberflächen, 2. die Retina, und 3. der Riechlappen in den gleichen eben benannten Theilen der Hemisphären vertreten, welche dadurch ein Gegenstück zu dem wesentlich mit den motorischen Ganglien verknüpften Stirnlappen bilden. Für den Theil der Sehstrahlungen, der an die Kniehöcker tritt, für die vordere Commissur und die genannte Repräsentation der hinteren Stränge im Fuss des Hirnschenkels darf man hiemit die Kenntniss ihrer Verbindungen mit der Hirnrinde für erschöpft halten.

Der Zuzug von Mark aus dem Riechlappen in die vordere Commissur ist bei Thieren viel mächtiger, als die Strahlungen, die sich aus dem Hemisphärenmark in die vordere Commissur begeben (Figg. 238 cm^2, 242 *c*). Das Entgegengesetzte findet beim Menschen Statt, wo die vordere Commissur fast in voller Mächtigkeit in das Hemisphärenmark übergeht, während der schwachen Entwicklung des Riechlappens entsprechend ihre Verbindung mit letzterem die weit unmächtigere ist (Fig. 241 $Ca M^1 R$).

Es müssen also ausser den Kreuzungsbündeln zwischen dem Riechlappen einer Seite und der entgegengesetzten Hemisphäre, welche der strickartig gewundene Bündelverlauf (BURDACH) in der vorderen Commissur voraussetzen lässt, nothwendigerweise auch wirkliche Commissurenbündel derselben sowohl beide Riechlappen, als beide Hemisphären miteinander verbinden.

Rechnet man hiezu die aus dem Riechlappen zum Streifenhügel derselben Seite gelangenden Bündel (Clarke, Walter, Gratiolet), so hat man im Marke des Riechlappens, das mit dem der vorderen Commissur als ein Ganzes aufzufassen ist, alle Formen des Faserverlaufs, welche Johannes Müller dem



Fig. 244. Durchsichtiger Abschnitt aus den obern Stammganglien und der Insel des Menschen in der Höhe der vordern Commissur (hart hinterhalb des hintern Randes der Orbitalwindungen und des Riechlappens). *I* Insel. *Cl.* Vormauer. *Ce* äussere Kapsel. *L III* drittes Glied des Linsenkernes. *Nc* Kopf des Streifenhügels. *Nc'* Basaltheil des Streifenhügelkopfes über der lamina perf. ant. *M* Grosshirnlappenmark (Fuss des Stabkranzes). *Ci.* innere Kapsel. *C* Mittelstück der vordern Commissur. *M'* Hemisphärenantheil der vordern Commissur. *R* Riechlappenantheil der vordern Commissur.

Chiasma nervorum opticorum zuschreibt. So erweitert sich die Analogie zwischen Riechlappen und Retina noch durch das Vorhandensein eines dem Sehchiasma gegenüberzustellenden Riechchiasma.

2. Der Hirnschenkelfuss und seine Ganglien.

Das obere Glied des Projectionssystemes senkt sich mit seinem periferen Ende in eine vielgestaltige Masse von Ganglien ein, welche ihrer Genesis nach 1) dem Hemisphärenbläschen, 2) dem vorderen und mittleren Hirnbläschen angehören. Jedem dieser Ganglien kommen gleichsam zwei morphologische Pole zu, ein centraler, der das obere Glied des Projectionssystemes aufnimmt, und ein periferer, welcher die centralen Enden der Bündel des 2. Gliedes vom Projectionssystem des Hirnschenkels aus sich entspringen lässt. Der Hirnschenkel schliesst sowohl in seinem Fuss als seiner Haube ausser den in ihm ihren Ursprung findenden Rückenmarksträngen noch eine reichliche Masse von Kleinhirnfasern ein, die sich oberhalb des Rückenmarkes von ihm trennen. So sehr jedes der Grosshirnganglien in Form und Bau seine Besonderheiten zeigt, so zeigen doch die mit dem Hirnschenkelfuss und die mit der Haube verbundenen je unter einander eine Summe von Gemeinsamkeiten, wodurch

der natürliche Eintheilungsgrund für die Ganglien sich in der Duplicität ihrer periferen Verbindung gegeben findet. Nur die Kniehöcker, weil ausser Verbindung mit dem Hirnschenkel stehend, beanspruchen als Anhang der Ganglien der Haube eine Sonderstellung.

Die Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses sind: 1. der nucleus caudatus, 2. der nucleus lenticularis und 3. die Sömmering'sche Substantia nigra zwischen Fuss und Haube des Hirnschenkels.

Der Form nach verläuft der geschwänzte Kern als ein der Hemisphäre concentrischer Bogen um eine im Hirnstamm gelegene Queraxe, welche ihre plastische Verkörperung in dem querstehenden Keile des Linsenkernes findet, der seine Basis nach aussen, seine Spitze nach innen wendet. Dieses Verhältniss beider Ganglien zeigt Fig. 243. Der vor dem Linsenkern (*L I, II, III*) liegende Stirnschenkel des Streifenhügelbogens bildet den mächtigen Kopf (*Nc*), der dem Hinterhaupt und Schläfenlappen angehörige Schenkel den dünnen Schweif (*Na*). Das quere und das bogenförmige Ursprungsganglion des Hirnschenkelfusses sind übrigens am Stirnende des Streifenhügelbogens durch Zusammenfluss des caput mit dem 3. Gliede des Linsenkernes (Fig. 244 *Nc' LIII*) sowie am Schläfenende des Streifenhügelbogens mit einander verschmolzen. (Fig. 233 *Cs, L*). Zum Verständniss der vordern Verschmelzung ist festzuhalten, dass die Umrollung des Streifenhügelkopfes über dessen im Seitenventrikel sichtbare Oberfläche hinaus sich zur Hirnbasis herabkrümmt und hier als Basaltheil des caput das Grau über der Lamina perforata anterior bildet (Fig. 238 *L*). Gratiolet bezeichnet diese Basalmasse als Riechfeld. Ich vermag dieser Bezeichnung eine neue Berechtigung durch Constatirung der Thatsache zu geben, dass die basale Streifenhügelsubstanz von einer dünnen Rindenschichte gedeckt wird, deren Continuität mit der Rinde des Riechlappens in der Fortsetzung der Neuroglia und der Nervenzellenschichte sich leicht constatiren lässt. Diese Schicht fliesst nach rückwärts mit der Hakenwindung zusammen. Ihr Vorhandensein zeigt die lückenlose Giltigkeit eines Bildungsgesetzes, vermöge dessen die ganze Oberfläche des Hemisphärenbläschens sich mit Rindensubstanz überzieht und durch welches consequenterweise auch das Septum pellucidum unter die Rindensubstanzen verwiesen wird. Die Verschmelzung des Schläfenendes der Cauda erfolgt hart hinter dem Mandelkern mit dem vom 3. Gliede des Linsenkerns herabtretenden Schläfenfortsatz (pedunculus nuclei lenticularis). Die Substanz des Streifenhügelkopfes bekleidet rinnenförmig umgeschlagen die äussere (Kammer-)Fläche des Septum pellucidum in der Höhe von etwa 8 *Mm* als ein Nucleus septi pellucidi (Fig. 244 *J*).

Dem Gewebe nach besteht die Streifenhügelmasse aus derselben zart punktirten bindegewebigen Grundsubstanz wie die Hirnrinde, in der spärliche, den dortigen gleiche, scheinbar freie Kerne verstreut sind. Die Nervenkörper des Streifenhügels sind von zweierlei Kaliber. Grosse vielstrahlige Zellen, die einen Durchmesser von 30 μ erreichen, und weit zahlreichere kleine, nur 15 μ

lange, gleichfalls multipolare Nervenzellen. Es wird die Ansicht wahrscheinlich gerechtfertigt sein, dass man in einem Theil dieser Zellen Rückenmarks-Ursprungszellen, in einem andern Ursprungszellen von Kleinhirnfasern zu suchen hat. Die Masse des Hirnschenkelfusses nämlich, welcher sich in die Pyramide des verlängerten Markes fortsetzt, übertrifft die letztere gewiss um das dreifache. Diese Abnahme des Durchmessers erfolgt aber innerhalb der Brücke durch Umbeugen der Hirnschenkelfasern in die Kleinhirnbündel des Brückenarmes unter Vermittlung von grauer Substanz.

Es unterliegt also keinem Zweifel, dass die Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses zugleich Ursprungsmassen von Kleinhirnfasern sind. Eine motorische Bedeutung muss wohl schon von diesem morphologischen Standpunkte aus dem Kleinhirn zugeschrieben werden. Denn es kann nicht anders gedacht werden, als dass die von der Rinde auf die Streifenhügel und die ganz gleichartigen Linsenkerne übertragenen Impulse neben ihrer Fortleitung auf das Rückenmark gleichzeitig bestimmte Leistungen des kleinen Gehirnes auslösen.

Die angeführten kleinen unzweifelhaften Nervenkörper dürfen nicht verwechselt werden mit den unter der Form freier Kerne erscheinenden Elementen, die Luys im Streifenhügel als mit den Kleinhirnfasern verbundene Nervenkörper anspricht, die durch Markbündel des Hirnschenkels gleichsam in die graue Substanz verschleppt. Diese den Bündeln parallelen Ketten scheinbarer Kerne sind einfach die Knotenpunkte des bindewebigen Reticulums im Marke, ein allgemeines Vorkommniss des letzteren.

Das 1. Glied des Projectionssystems lässt vier Formen seiner Verbindung mit dem Streifenhügel unterscheiden:

1. radiäre Strahlungen aus der gesammten Länge des Hemisphärenbogens.

2. Ein bogenförmiges Bündel aus der Rinde der Spitze des Schläfelappens, das längs des innern Streifenhügelrandes verlaufend bis in die vordersten Gebiete seines Kopfes als Stria cornea eindringt.

3. Verbindungen der Rinde des Riechlappens mit dem Streifenhügel, und zwar sowohl durch das oberflächliche aus dem bulbus stammende, als auch durch das tiefliegende Mark des Riechlappens (Fig. 238 m^1). Die in die vordere Commissur übergehenden Antheile des Riechlappenmarkes scheinen die Streifenhügelmasse nur ununterbrochen zu durchsetzen. Das Mark des Riechlappens tritt auch in bogenförmigen Zügen durch den Nucleus septi pellucidi.

4. Die Rindensubstanz des Septums ist durch den Pedunculus septi gleichfalls mit der basalen Streifenhügelmasse verbunden.

Das basale Gebiet des Streifenhügelkopfes zeigt über der Lamina perforata anterior bis etwa zur Höhe des Durchtrittes der vorderen Commissur einen von der Structur des übrigen Streifenhügels abweichenden Bau. Derselbe sieht noch einer monographischen Bewältigung entgegen und zeigt vor allem zwei auffällige Momente, 1. das enge Zusammenhäufen kleinerer Formen

von Nervenkörpern zu begränzten kernartigen Bildungen, 2. das Vorkommen eines im gesammten übrigen Bezirke der Grosshirnganglien fehlenden Elementes in Form kleinster (6 μ grosser) Körner, die, zu dichten Häufchen gesammelt, diesem vom Mark des Riechlappens durchzogenen Gebiete eine gewebliche Verwandtschaft mit dem Bau des letztern verleihen. Dieser nach Anordnung und Elementarform differente Bau scheint auf eine selbständige functionelle Bedeutung der genannten mit dem Nucleus caudatus verschmolzenen grauen Masse hinzudeuten.

Der Hirnschenkelursprung aus dem geschwänzten Kern gestaltet sich in der einfachsten Weise, indem seine Bündel als von der Concavität des Bogens ausgehende Radien nach der Hirnbasis zu convergiren und sich in den Hirnschenkelfuss vereinigen (Fig. 238 *P*).

Im Allgemeinen (nämlich abgesehen von der Stria cornea) stellt der äussere zugleich obere Rand des Nucleus caudatus dessen centralen, Stabkranzaufnehmenden, der innere zugleich untere Rand dessen periferen, hirnschenkelabgebenden Pol dar.

Die Hirnschenkelbündel des Nucleus caudatus durchsetzen in ihrem Verlaufe die obern Schichten der innern Kapsel (Figg. 244, 245 *Ci*), um zu deren basalen Schichten zu gelangen. Diese breite, im Horizontalschnitt (Fig. 243 *mth*, *P*) stumpfwinkelige Markstrasse verläuft nach vorn zwischen Nucleus caudatus und lenticularis, nach rückwärts zwischen letzterm und dem Thalamus opticus. Die obere Hälfte ihrer Schichten ist 1. Glied des Projectionssystemes: Fuss des Stabkranzes, die untere 2. Glied des Projectionssystemes, nämlich Fuss des Hirnschenkels. Der Fuss des Stabkranzes wird aber in der innern Kapsel vom Nucleus caudatus bedeckt und daher von den Hirnschenkelbündeln des letztern durchsetzt und gekreuzt, wie Fig. 238 an den aus dem Stirnlappen in den Sehhügel tretenden Strahlungen (*Th*) vor Augen führt.

Einige Complication bietet der Verlauf bestimmter Bündel aus dem geschwänzten Kern im Hirnschenkel selbst dar. Nach Entfernung des Tractus opticus zeigen sich ihm parallele Querbündel, die zwischen den äussern Bündeln des Hirnschenkels auftauchen und zwischen den innern wieder verschwinden.

Es sind dies von dem weiter nach aussen gelegenen Schweife des Streifenhügels herabgestiegene Bündel, welche ihren Verlauf nach dem Rückenmark zu in den innern Bezirken des Hirnschenkel-Querschnittes vollführen und darum über die zwischenliegenden Gebiete der Bündel oberflächlich wegziehen. Sie sind wohl von der unten beschriebenen, mit dem Hirnschenkel theils gar nicht, nie aber zweiseitig verwobenen Hirnschenkelschlinge zu unterscheiden.

Der Linsenkern (Fig. 233, 242, 243, 244, 245), das zweite Ursprungsganglion des Hirnschenkelfusses ist seiner geweblichen Struktur nach vollkommen mit dem intraventiculären Gebiete des Streifenhügels identisch. Ihm kommen die beiden ungleichen Kaliber von Nervenkörpern, doch kommt

ihm kein Bezirk von abweichender Struktur zu, wie es der von den Bündeln des Riechlappens durchsetzte Basaltheil des geschwänzten Kernes ist. Die Gestalt dieses Ganglions ist keilförmig. Mit der Keilbasis wendet es sich gegen das Stirnhirn und gegen die Insel, mit der Keilspitze geht es in den Hirnschenkelfuss über, nach rückwärts wendet es einen schmalen sägeförmig gekerbten Rand. Im Durchschnittsbilde seiner Masse (Fig. 242, 243, 245) fällt auf den ersten Blick der Gegensatz eines radiär auf die Keilbasis stehenden Bündelverlaufes und eines concentrischen, mit der Keiloberfläche von der innern Kapsel zur Gehirnbasis herabsteigenden Systems von Bündeln auf. Die letztere Bündelform bildet concentrische Dissepimente der Laminae medullares, welche den Linsenkern in der Regel in drei sogenannte Glieder zerspalten, von welchen das innere am Ursprung des Hirnschenkels anliegt, das äussere aber von der zur Inselrinde gehörigen Vormauer durch das dünne Markblatt der äussern Kapsel (Figg. 244, 245 *Ce*, auch in Figg. 242, 243) getrennt ist. Letztere durch eine lockere bindegewebige Anheftung verbunden, liegt auf den Linsenkern nur auf, ohne mit ihm eine Markverbindung zu finden. Wenige dünne und wohl inconstante Markfäden der äussern Kapsel, die oberflächliche Segmente des 3. Gliedes vom Linsenkern durchschneiden, machen davon eine Ausnahme.

Die beiden innern Glieder des Linsenkernes gränzen sich von dem umfangreichsten dritten Gliede desselben als der Globus pallidus durch ihren hervorstechenden Markreichthum ab. Dieser entsteht dadurch, dass das dritte Glied eben nur von den in ihm selbst entspringenden Bündeln durchsetzt wird und zwar bei grösserm Umfang der grauen Substanz (weil es die Basis des Keils ist), während die innern Glieder ausser von den an Ort und Stelle entspringenden, auch noch von den im dritten Gliede entspringenden Bündeln auf ihrem Wege zum Hirnschenkelfuss durchsetzt werden. So wie der geschwänzte Kern sein dünnes Ende bis nahe an die Spitze des Schläfenlappens vorschob, so erstreckt sich auch der Linsenkern mit einem gegenüber seiner zum Stirnhirn hingewendeten Masse unansehnlichen Schläfenfortsatz (pedunculus nuclei lenticularis) nach diesem Hemisphärenlappen hin, um aus ihm Markstrahlungen zu empfangen.

Das im Querschnitte (Fig. 245) als oberer Rand des Linsenkernes erscheinende Gebiet ist sein centraler Pol, denn von hier aus dringen aus der innern Kapsel die Stabkranzbündel in den Linsenkern ein.

Das im Querschnitt als unterer Rand erscheinende Gebiet und das innere Ende des Linsenkernes stellen seinen periferen Pol dar, aus welchem ein mächtiger Antheil des Hirnschenkelfusses sich hervorbildet. Die Form des Linsenkerns bedingt, dass die Einstrahlung aus der Rinde des Stirn- und Scheitellappens eine unvergleichlich mächtigere als die aus dem Hinterhaupts- und Schläfenlappen sein muss. Von der quantitativen Vertheilung abgesehen, darf man aber die Verbindung des Linsenkernes mit der Grosshirnrinde für eine allgemeine ansehen. Auch die Wände der Sylvischen Spalte (respective

die Insel) senden Projectionsbündel in dieses Ganglion. Dies geschieht aber keineswegs radiär durch die der Insel anliegende Convexität des dritten Gliedes, sondern durch umbeugende Bündel, die sich über die obere Kante des Linsenkernes weg aus dem Inselmarke in die innere Kapsel umschlagen und als äusserste Bündel derselben in den Linsenkern eintreten. Fasst man das 1. und 2. Glied der mit diesem Ganglion zusammenhängenden Projectionsbündel (von den unterbrechenden Knotenpunkten der Ganglienzellen abgesehen) als eine Continuität auf, so verlaufen die Projectionsbahnen keineswegs

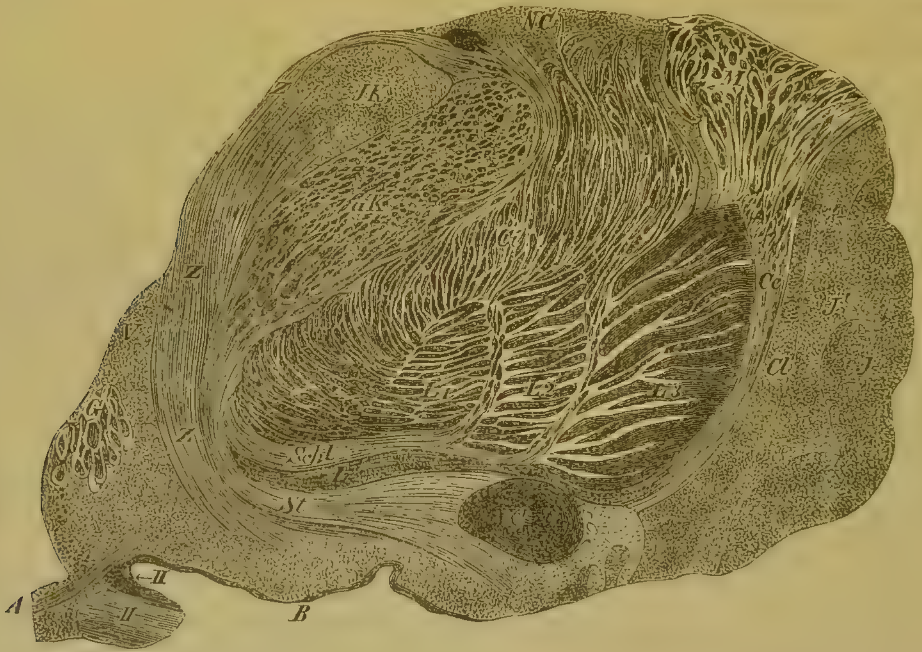


Fig. 245. **Durchsichtiger Querabschnitt aus dem Gebiete der Insel und der Stammganglien** (Menschliches Gehirn, schwache Vergrösserung). *J J'* Rinde und Mark der Insel. *Cl* Vormauer mit Klumpen der Uebergangsformation zwischen Vormauerbasis und Mandelkern. *V* das Grau des 3. Ventrikels. *L1 L2 L3* der Linsenkern. *NC* der geschwänzte Kern. *B* der Basaltheil des geschwänzten Kernes. *VC* Vordere Commissur. *IK* Gebiet des inneren Stieles und *aK* Gebiet des obern Sehhügelstieles. *M* Fuss des Stabkranzes. *Ce* äussere Kapsel. *Ci* innere Kapsel. *Schl, L, St, Z* die vier Schichten der Substantia innomminata oder der Hirnschenkelschlinge. *G* absteigender Gewölbschenkel. *A* Commissur im centralen Höhlengrau. *II* n. opt. mit dem optischen Basalganglion darüber.

auf dem kürzesten Wege radiär durch den Linsenkern, sondern sie beschreiben verwickelte spirale Verlaufslinien, die aus concentrisch mit seiner Oberfläche nach abwärts und aus radiär nach einwärts gewendeten Segmenten zusammengesetzt sind. Alle radiären mittlern und untern Bündel, z. B. im dritten Gliede des Linsenkernes, sind in weiter nach vorn liegenden Schnittebenen vom obern Rande seines Querschnittes aus eingetreten, und seiner convexen Aussenfläche parallel herabgestiegen, ehe sie sich radiär nach einwärts gegen den Hirnschenkelfuss wendeten. Da die Summe der Bündel nach einwärts durch Aggregation um so mehr anwächst, je länger im Querschnitt die Berührungslinie des aufnehmenden oberen Randes mit dem Hemisphären-

mark wurde, die am äussern Ende dieses Randes gleichsam ihren Nullpunkt hat, so bilden diese im 3. Gliede noch microscopischen concentrischen Verlaufsbahnen hier grobe, frei sichtbare Linien, die Markzwischenwände (laminae medullares) zwischen den Gliedern, die durch Aufnahme von Nervenkörpern und Kreuzung mit durchsetzenden radiären Bahnen zu complicirten gangliösen Geflechten werden.

Die Zahl der grossen Nervenkörper ist hier sehr bedeutend und ihre Axenstellung eine der concentrischen Bündelrichtung ersichtlich parallele. Im blassen Klumpen des Linsenkerns ist überhaupt die Anordnung der Nervenelemente sehr dicht und die Ausfüllsmasse formloser Bindesubstanz eine sehr geringe. Ein Theil der an den Laminae medullares betheiligten Bündel durchsetzt im Weiterverlaufe nicht eines oder beide der innern Glieder der Linsenkerne, sondern verläuft an der Basalfläche des Linsenkernes direct in die Hirnschenkeletage der inneren Kapsel. Diese Bündel bilden das innerste Areal im Querschnitte des Hirnschenkelfusses, und setzen somit nicht nur über die untere Fläche ihres Ganglions, sondern auch über die äusseren und mittleren Bündel des Hirnschenkelfusses in Form einer queren, dem Tractus opticus ungefähr parallelen Schleuder weg als die Schlinge des Hirnschenkelfusses (Figg. 245 u. 247 *Schl*). Dieselbe ist das tiefste Stratum der pag. 734 beschriebenen Ansa peduncularis GRATIOLETS, oder der Substantia innominata REILS. Die Eile dieser Bündel, über die andern weg aus den äussersten Ursprungsganglien medianwärts zu gelangen, erklärt sich wohl aus ihrer Bestimmung, hochgelegene Kreuzungsstellen zu erreichen.

Die innersten Bündel des Hirnschenkelfusses erreichen ihr periferes Ende im centralen Höhlengrau schon im obern Zweihügel, da sie sich dort in die Oculomotorius-Trochleariskerne nach einer vorgängigen der Pyramidenkreuzung der Rückenmarksstränge analogen medianen Kreuzung einsenken. Es ist somit zu vermuthen, dass die Schlinge des Hirnschenkelfusses überhaupt den die motorischen Hirnnerven vertretenden Linsenkernursprung in sich fasst.

In frontalen Querabschnitten, welche (Fig. 248) durch das hintere Ende des 3. Ventrikels fallen, ist das Querschnittsareal des Hirnschenkelfusses nicht nur in seiner aus dem geschwänzten Kerne und aus dem Linsenkerne stammenden Bündelmasse vollständig geworden, sondern es hat sich auch die direct aus der Rinde des Hinterhaupt- und Schläfenlappens stammende Bündelmasse hinzugesellt, welche als äusserste Bündel des Fusses vom Tractus opticus, dem Pulvinar und den Kniehöckern bedeckt werden, daher unmittelbar vor diesen Massen in den Hirnschenkelquerschnitt eingetreten sind (Fig. 243). Während seines Herabsteigens durch die Gegend des Mittelhirnes erwächst aber dem Hirnschenkelfuss ein neuer Zuwachs aus dem dritten seiner Ursprungsganglien, dem Grau der SÖMMERING'schen Substanz (Fig. 248, 249 *S*). Dieses flächenhaft verbreitete Ganglion bildet die Grenze zwischen dem Fuss und der Haube des Hirnschenkels und hängt nach centraler Seite hin mit einem dünnen Stabkranzfächer zusammen, der in ihm endigt. Nach periferer Seite

(Fig. 248) entspringen daraus Bündel, welche die innere und mittlere Region des Hirnschenkelquerschnittes mit einem klaren, denselben fein feldernden Netze durchflechten. Dieses schliesst zum Theil vorgeschobene Individuen der grossen pigmentirten Zellenformation, welcher das Ganglion den Namen Substantia nigra verdankt, zum Theil Zellen eines sehr kleinen Kalibers ein. Die äussere, direkt aus der Grosshirnrinde entspringende Partie des Hirnschenkelfusses bleibt vom Faserzuwachs aus der Substantia nigra frei. Somit giebt es vier Ursprungsgebiete des Hirnschenkelfusses:

1. Die Grosshirnrinde des Hinterhaupt- und Schläfenlappens, 2. der Nucleus caudatus, 3. der Nucleus lenticularis, 4. die Substantia nigra. Die Ursprungsantheile dieser Centren vertheilen sich auf den Querschnitt des Hirnschenkelfusses in der Weise, dass die äusserste Area aus der Grosshirnrinde, die innerste bestimmt aus dem Linsenkerne stammt, die breiteste zwischenliegende dem Nucleus caudatus und lenticularis gemeinsam bleibt. Die Sömmering'sche Substanz betheiligt sich blos an der Bildung der aus den Ganglien hervorgegangenen mittlern und innern Area.

Die Massen der Grosshirnlappen und des Hirnschenkelfusses mit seinen Ganglien steigen und sinken an den Gehirnen der Säugethiere gleichsinnig mit einander. Wenn beispielsweise die Grosshirnlappen beim Menschen, dem Harlekinaffen und dem Reh 78 %, 70.8 % und 62 % des ganzen Gehirnes betragen, so macht der Stammlappen (Insel mit Streifenhügel und Linsenkern) in derselben Reihe 58 %, 40 % und 33.3 % aller Gebilde des Hirnstammes aus, und verhält sich die Höhe des Hirnschenkelfusses zu der der Haube beim Menschen wie 1 : 1, beim Affen wie 1 : 3, beim Rehe wie 1 : 5. Uebrigens ist das Uebergewicht am menschlichen Linsenkern weit ausgeprägter als am Nucleus caudatus, was damit zusammenhängen wird, dass nur der letztere mit einem beim Menschen verkümmerten Hemisphärentheile, dem Riechlappen, zusammenhängt.

3. Die Hirnschenkelhaube und ihre Ganglien.

Das Gangliengebiet der hintern Bahn des Rückenmarkursprungs verräth schon durch seine Massenverhältnisse eine von der Entwickelung der Grosshirnlappen unabhängige Bedeutung und tritt am menschlichen Gehirne den Säugethieren gegenüber auffallend zurück. Beispielsweise machen beim Menschen die Sehhügel 19 %, beim Affen 30 %, beim Reh 22.9 % des gesammten Stammhirnes aus, während der Vierhügel beim Menschen 6.5 %, beim Affen 10 %, beim Rehe 16.6 % derselben Organgruppe beträgt.

Die Hauptursprungsganglien der Haube sind: 1. der Sehhügel und 2. der Vierhügel. Diesen Ganglien ist ausser ihrer Bedeutung für den Ursprung des Rückenmarkes noch die Verbindung mit dem Tractus opticus gemeinsam. Die letztere theilen sie mit den Kniehöckern, welche desshalb die Darstellung zwanglos dem genannten Gangliensystem als einen Annex anreihen darf. Weiterhin entwickeln sich die Rückenmarkbündel der Haube auch 3. aus dem Corpus mammillare. 4. aus einem in die Hirnschenkelschlinge eingelagerten Ganglion, und 5 aus der Zirbeldrüse.

Der Sehhügel, Thalamus opticus, durch den Markbelag seiner Gürtelschicht vom Grau des Nucleus caudatus scharf abgehoben, scheint für den ersten Blick an der Wand des 3. Ventrikels seine Ganglienmasse unbedeckt hervortreten zu lassen. Dieses Ventrikelgrau aber ist nur als ein fremdartiger Belag der Sehhügelsubstanz aufzufassen und gehört als Auskleidung des primären vordern Hirnbläschens sammt seiner Fortsetzung in das Tuber cinereum, den Trichter und die hintere Abtheilung der Hypophysis cerebri zum centralen Höhlengrau. Letztere beschreibt Luschka als ein, wie das untere Ende des centralen Höhlengrau im Filum terminale gleichsam verödetes, mehr bindegewebiges Gebiet. Die vordere Abtheilung des Hirnanhangs aber findet überhaupt als eine fremdartige nur juxtaponirte Gewebsbildung ihre Stellung nicht innerhalb des Nervensystems. Aus einem bindegewebigen Balkenwerk mit von 30—90 μ grossen Zellen erfüllten Blasen bestehend, wird sie von Ecker unter die Blutgefässdrüsen überhaupt verwiesen, von Henle als eine dem Mark der Nebenniere verwandte Bildung aufgefasst.

Das centrale Höhlengrau des 3. Ventrikels bedarf noch einer monographischen Würdigung. Vorläufig lassen sich folgende Gebilde als ersichtlich darin eingeschlossen hervorheben.

1. An der seitlichen Gränze des Tuber cinereum findet sich das basale Opticusganglion, ein 1.5 mm breites Ganglion aus 30 μ langen, 15 μ breiten Spindelzellen. Es beginnt über dem Chiasma und reicht in einer Länge von mehr als einem Centimeter unmittelbar über dem Tractus bis zur hintern Gränze des Tub. cinereum. Ich rechne mit Luys dieses optische Basalganglion zur Substanz des grauen Höckers, weil es mit demselben in der grauen Endplatte über die Fläche der Lamina perforata anterior, der es J. Wagner zuzählt, herabhängt und weiter nach rückwärts als letztere reicht. Allerdings aber folgt es wie der Tractus selbst deren innerer Gränze. In sagittalen Schnitten (Fig. 247 *II'*) zeigt das Ganglion eine sichelförmige, nach vorn concave Gestalt. Luys lässt diese Ganglien sich median berühren, was ich nicht finden kann, und die daraus entspringende Opticuswurzel noch im Tuber. cinereum sich kreuzen, was bestimmt unrichtig ist, da die feinen markhaltigen (nicht, wie Foville wollte, eine graue Wurzel vorstellenden) Bündelchen über dem Chiasma sich sogleich nach aussen in den Nervus opticus wenden. Die klarsten Bilder, welche für Annahme ungekreuzter Opticusbündel sprechen, sind daher dieser Stelle seines Ursprungs zu entnehmen. Die Schwierigkeiten einer Entscheidung dieser Frage an Schnittpräparaten würdigend, fühle ich für die übrigen Contingente des Nervus opticus mich weder befähigt, der von Biesiadecki ausgesprochenen vollständigen Durchkreuzung, die im Chiasma stattfinden soll, entgegenzutreten, noch ihr aus eigener Anschauung beizustimmen.

Die Thatsache einer Verbindung des Sehnervs mit dem centralen Höhlengrau berechtigt keineswegs zu einem Vergleiche desselben mit den aus solchem entspringenden periferen Nerven. Statt der Analogie seines Chiasmas

mit dem Riechchiasma, der Retina mit dem Riechbulbus entgegen, sowie im Widerspruch mit der dem Centralmark verwandten feinen hüllenlosen Natur der Sehnervenfasern diese als periferes Glied des Projectionssystemes aufzufassen, ist es naheliegender, die fragliche Wurzel einem obern Gliede des Projectionssystems gleich zu setzen und in dem der Grosshirnrinde verwandten concentrischen Grau der Retina ihr centrales Ende, im basalen Opticusganglion ihr periferes zu sehen, woraus voraussetzlich noch unbekannte im centralen Höhlengrau verlaufende Bahnen zu einem periferen Organe, vielleicht in die Augenmuskulatur gelangen würden.

2. Unmittelbar hinter dem basalen Opticusganglion schliesst das Tuber cinereum eine Commissur ein (Fig. 245 *A*), deren Bündel sich innerhalb des centralen Höhlengrau nach rückwärts wenden, ohne in ihrer Endigungsweise noch bekannt zu sein.

3. Ohne mit der Sehhügelmasse in Verbindung zu stehen, verläuft längs des centralen Höhlengrau zuerst des 3. Ventrikels, später des Aquaeductus und der Rautengrube das hintere Längsbündel der Haube des Hirnschenkels (Figg. 245 bis 253 L). Das centrale Ende dieses Bündels liegt in einem flächenhaft ausgebreiteten Ganglion (Fig. 245 *L*), welches unter der Hirnschenkelschlinge des Linsenkernes das zweite Stratum der von Reil substantia innominata, von Gratiolet anse pedonculaire genannten Masse darstellt, die oberhalb des Tractus opticus quer über den Hirnschenkelfuss wegzieht (Fig. 245 *Schl–Z*). Die Zellen dieses Ganglions reichen in die äussere Kapsel, deren strahlig convergirende Bündel (soweit deren Mark nicht aus Associationssystemen besteht), aus der Rinde des Klappdeckels entspringen und nicht in dem Linsenkern, den sie nur bedecken, sondern im Ganglion der Hirnschenkelschlinge endigen. Selten durchsetzen dabei einzelne Bündel für sich oder auch mit sammt den in sie eingeschalteten 50 μ langen, 15 μ breiten spindelförmigen Zellen oberflächliche Strata des 3. Gliedes vom Linsenkern. Ausser vom Klappdeckel aus entwickelt sich das obere Glied des Projectionssystems für dieses Ganglion auch aus den übrigen Wänden der Sylvischen Grube, aus Markantheilen derselben, die von der Inselrinde und von dem Schläfelappen aus die Vormauer durchsetzen. Ausserdem schliessen sich dem hintern Längsbündel noch Fibrillen aus den untersten Partien des Trichters an, welche die Gewölbschenkel von innen bedecken, während die Hauptmasse des hintern Längsbündels nach aussen von den Gewölbschenkeln liegt.

4. Einen Einschluss des centralen Höhlengrau am Sehhügel bildet auch die absteigende Gewölbwurzel, sowie das Anfangsstück der aufsteigenden, bevor die letztere sich in die Ganglienmasse des Sehhügels eindrängt (Fig. 246 *Fd*, *Fa*).

Nach Meckel, Arnold, Jung und Luys sollte der absteigende Gewölbschenkel vor dem Eintritt in dieses Grau mit dem vordern Ende der Stria cornea (doch sicher nicht mit der ganzen!) und des Zirbelstieles verschmelzen. Mit den Gewölbwurzeln bettet sich aber zugleich die obere Halbkugel des Corpus candicans (Fig. 246 *M*) in die basale Masse des centralen Höhlengrau ein.

Das Corpus mammillare ist ein Ganglion, welches in eine schleuderförmige Verdrehung des Gewölbes aufgenommen wird und dabei den Uebergang eines Theiles seiner Bündel in die Haube des Hirnschenkels vermittelt. Dass die Gewölbbündel, wie JUNG will, nur die Substanz des Corp. cand. durchsetzen und seine Markoberfläche anderswoher zu leiten sei, ist ganz irrig. Vielmehr bildet der absteigende Gewölbschenkel das Mark der Aussen- und Hinterseite dieses Ganglions und schlägt sich, in den aufsteigenden übergehend, zur innern und vordern Fläche desselben um.

Dabei durchstreicht ein Theil seiner Bündel das aus spindelförmigen, 20—30 μ langen, 9 μ breiten Zellen bestehende Ganglion, aus dessen oberm Rande (Fig. 246 *m*) das Hirnschenkelbündel desselben in die Haube eintritt. Der grösste Theil der Bündel aber tangirt das Ganglion nur und enthält besonders in der aufsteigenden Gewölbwurzel streng parallele Nervenkörper eines Calibers von 30—45 μ Länge und einer Breite von 15 μ, welche mit dem Caliber der Endigungszellen des aufsteigenden Gewölbschenkels im vordern Sehhügelhöcker (Fig. 247 *G Ta*) übereinzustimmen scheinen. Das perifere Ende der Gewölbbündel tritt demnach in zwei Formen von Endzellen ein, von denen die kleine im Markkörperchen, die grössere im Verlaufe der Schenkel und im vordern Sehhügelhöcker liegt.

Die Gestalt des Sehhügels wird vollkommen misskannt, wenn man das eben abgehandelte centrale Höhlengrau mit zu seiner Masse schlägt. Darnach schiene es, als reichte das vordere Sehhügelende zur Hirnbasis herab, während dasselbe am weitesten von ihr entfernt liegt. Denn das vordere Ende, das niedrigste Gebiet des Sehhügelquerschnittes, ruht nicht allein auf dem Hirnschenkel, sondern ausserdem auf dem Querschnittskeile des Linsenkernes auf (Fig. 245 *aK. L. I, II, III*). Aber auch BURDACH's Ausdruck: »Nach unten sitzen sie wie ein paar Knöpfe auf den Schenkeln des grossen Gehirnes auf« enthält keine richtige Charakteristik. Die Grundgestalt des Sehhügels ist (unter selbstständigen Modificationen der Massenvertheilung) wieder der um eine Queraxe gelegte Bogen, wie er der Gestalt der Grosshirnlappen als Ganzes, wie er unter den Ganglienmassen der des Nucleus caudatus zu Grunde liegt. Wie für diesen der Linsenkern, so bilden auch für die Aufrollung des Sehhügels quere Ganglienmassen theils direct, theils durch ihre queren Ausläufer in das Hemisphärenmark die Axen der Aufrollung. Diese Axen der Aufrollung des Sehhügels sind die Arme des obern und untern Zweihügels (Fig. 243 *Q Bs, Bi*), so wie der an den untern Zweihügelarm geschmiegte innere Kniehöcker (Fig. 243 *Gi*). Die vor der Aufrollungsaxe entwickelte Masse des Sehhügels (Fig. 243 *Th*) macht seine grösste Länge aus, die hinter derselben liegende Masse, das Pulvinar (Fig. 243 *P*), bildet ein weit kürzeres Verlaufsstück.

Am Pulvinar erreicht der Sehhügel seine grösste Breite, gerade vor die Aufrollungsaxen fällt seine grösste Höhe, beide Dimensionen sind am vordern Ende am geringsten.

Die Berechtigung, innerhalb dieser allgemeinen Gestaltung besondere

Kerne im Sehhügel anzunehmen, ist nur eine bedingte, denn alles Sehhügelgrau bildet eine zusammenfliessende Masse und auch characteristische Unterschiede der geweblichen Zusammensetzung haben sich unserer dermaligen Kenntniss nicht erschlossen. Das Vorkommen mehr oder weniger vollkommen abgeschlossener Kerne im Sehhügel ist eben von den Einstrahlungsformen des obern Gliedes vom Projectionssysteme, sowie andererseits von den Ursprungsformen des Hirnschenkels im Sehhügel abhängig, so dass an die Kenntniss der beiden letzteren nothwendigerweise auch die Kenntniss jener sich knüpft.

Das obere Glied des Projectionssystemes tritt aus dem Stirnlappen, den Wänden der Sylvischen Grube und dem Schläfelappen in das vordere Ende des Sehhügels in vier Formen der Einstrahlung. Nach drei Richtungen wächst diesen Einstrahlungen die Sehhügelsubstanz in Form stumpfer Verlängerungen entgegen, die mit dem eindringenden Mark wie mit Stielen verbunden sind.

1. Der vordere Stiel des Sehhügels dringt aus dem Stirnlappen zwischen Streifenhügel und Linsenkern geraden Weges in das vordere Sehhügelende ein, wobei er mit die innere Kapsel des Linsenkernes bildet (Figg. 243, 238 *mth*). In der Sehhügelmasse zerfährt dieses compacte Mark pinselförmig (Fig. 238), so dass der Längsschnitt der Sehhügelmasse dazwischen nach vorn stumpf kegelförmig erscheint. Der oberflächlichste Theil der pinselförmigen Ausstrahlung trägt, bevor er die graue Masse betritt, zur Bildung des Stratum zonale bei. 2. Der untere Stiel der vordern Sehhügelmasse dringt von der Substantia innomminata her, gleichfalls pinselförmig auseinanderfahrend ein (Figg. 245 und 247 *St a K lK*), und es lässt sich besonders in dem innern Gebiete des Sehhügels die Continuität seiner Bündel weit nach hinten verfolgen. Er bildet das dritte Stratum der Ansa peduncularis (Fig. 245). Seine Ursprungsgebiete sind die Rinde der Sylvischen Grube und des Schläfelappens. 3. Dieses Stratum der Hirnschenkelschlinge ist noch von einem vierten bedeckt (Fig. 245 *z*), welches auf einem indirecteren Wege in den Sehhügel eindringt, indem es den Bündeln des Stratum zonale sich beigesellt, die vor dem Eintritt in die oberflächlichen Schichten des Sehhügelgrau spirale Touren über dessen Oberfläche beschreiben. Die Substantia innomminata Reil's lässt sich somit in 4 Schichten von differenter Verlaufsweise scheiden: 1. in die Linsenkernschlinge, die dem Fuss des Hirnschenkels angehört, 2. in das Ganglion der Hirnschenkelschlinge mit dem Ursprung des hintern Längsbündels, 3. den untern Stiel des Sehhügels, 4. den vordern Schläfenantheil des Stratum zonale. Jedes Bündel der Ansa peduncularis setzt sich aus zwei Verlaufsabschnitten zusammen, von denen der mehr centrale in frontalen Querabschnitten als eine dem Tractus opticus im Ganzen parallele Bahn (Fig. 245), der mehr perifere aber in sagittalen Längsabschnitten ersichtlich wird (Fig. 247), mit sofort über dem Tractus opticus be-

ginnender Divergenz nach den so verschiedenartigen periferen Endzielen. 4. Die vierte Einstrahlungsform in das vordere Ende des Sehhügels vertritt die Rinde des Gyrus fornicatus als aufsteigender Schenkel des Gewölbes, der einen obern Stiel des Sehhügels darstellt (Fig. 247 *G*). Nachdem derselbe eine leichte S förmige Biegung, um zuerst dem hintern Längsbündel nach innen auszubeugen und darnach, um in der Sehhügelmasse etwas nach aussen zu dringen, vollzog, tritt er gerade nach vor- und aufwärts und zerfährt nach einer im frontalen Querschnitt ersichtlichen gabelförmigen Spaltung in den obern Kern des Sehhügels, dessen vorderes Ende an der Aussenfläche sich als Tuberculum oder Genu anterius markirt (Fig. 247 *Ta*). Das Tuberculum ist aber nur der Kopf einer Art von Nucleus caudatus des Sehhügels, als welcher der obere Kern, nach rück- und auswärts gewendet, in einen im Pulvinar sich verlierenden Schweif ausläuft. Dies ist der best, wenn auch durchaus nicht vollkommen gesonderte Sehhügelkern, indem die Gürtelschicht sich gleichsam in zwei Blätter um ihn spaltet, die seine Gränze an Längs- und Querabschnitten wohl erkennbar machen. Sein vorderster Theil fliesst übrigens mit der innern Masse des Sehhügels unabgränzbar zusammen.



Fig. 246. Sagittaler durchsichtiger Längsabschnitt aus dem menschlichen Thalamus opticus nahe seiner innern Oberfläche. *Th* Thalamus opticus. *Qu* Vierhügel. *Z* die Zirbel. *H* das Ganglion im Zirbelstile. *M* Corpus mamillare. *T* Tuber cinereum. *R* rother Kern der Haube. *S* Substantia nigra. *A* Umgebung des Aquaeductus Sylvii. *II* Chiasma nervi optici. *C* vordere Commissur. *III* Nerv. oculomotorius. *Sz* Stratum zonale. *J* Bündel in der innern Sehhügelmasse aus dem unteren Stiele. *Fd* absteigender Gewölbschenkel. *Fa* aufsteigender Gewölbschenkel. *P* hintere Commissur. *L* hinteres Längsbündel. *m* Haubenbündel aus dem Corpus mammillare.

Die innere Kapsel führt nicht nur dem vordern Ende des Sehhügels, sondern auch der Mitte seiner Länge aus dem hintern Abschnitte des Stirnlappens und dem Scheitellappen Einstrahlungen zu. Der Sehhügelquerschnitt und der des Linsenkerns (Fig. 245) bilden im Ganzen zwei, einer gemeinsamen Diagonale, der innern Kapsel anliegende Hälften eines Viereckes. So wie die obere Fläche (im Querschnitt der obere Rand) des Linsenkernes dessen centrales aufnehmendes Gebiet war, so ist es am Sehhügel die schräg nach innen abfallende untere Fläche, längs welcher der Contact und die Verbindung mit der innern Kapsel Statt findet.

Es wäre übrigens eine gewagte Annahme, an eine ausschliessliche Verbindung der mittlern Länge des Sehhügels etwa blos mit dem Scheitellappen zu denken. Abgesehen von dem langen Verlaufe der Bündel des vordern

Sehhügelstieles aus dem Stirnhirn, sowie des untern aus dem Schläfelappen nach rückwärts, betheiligt sich der Schläfelappen auch in bedeutender Länge an der Durchstrahlung der äussersten Gebiete des Sehhügelgrau. Projectionsbündel dieses Gehirnlappens treten hiebei bogenförmig verlaufend von hinten her in den Sehhügel und kreuzen sich mit den (beispielsweise aus dem Scheitellappen) radiär eindringenden Bündeln in einer Durchflechtung, der Gitterschichte des Sehhügels. Diese Durchflechtung geht nämlich nicht im Hemisphärenmark, sondern in den äussersten Lagen des Sehhügels selbst vor

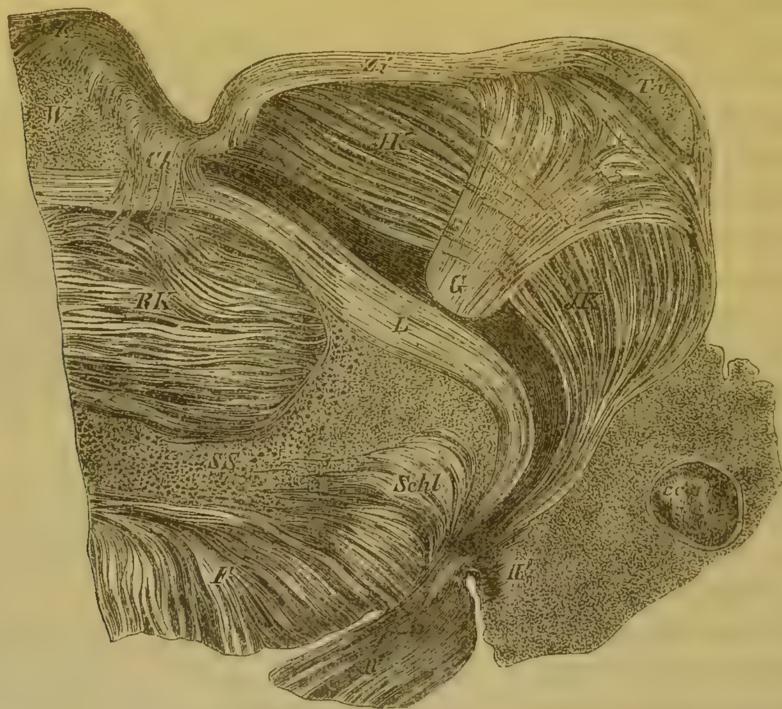


Fig. 247. Sagittaler durchsichtiger Längsabschnitt aus der Breite des vordern Höckers vom menschlichen Sehhügel. *Ta* Tuberculum anterius. *Jk* inneres Lager des Sehhügels. *K* Vierhügel. *W* Umgebung des Aquaeductus Sylvii. *RK* rother Kern der Haube. *SS* Substantia nigra. *F* Fuss des Hirnschenkels. *II* Tractus opticus. *II* Basalganglion des Opticus. *Zi* Stratum zonale. *cc* vordere Commissur. *Ch* hintere Commissur, die sich zur Haube des Hirnschenkels herabbiegt. *G* aufsteigende Gewölbwurzel. *Jk*, *L*, *Schl* drei convergirende Bündel, die zur Hirnschenkelschlinge zusammentreten: *Jk* unterer Stiel des Sehhügels; *L* das hintere Längsbündel; *Schl* die Schlinge des Hirnschenkelfuses aus dem Linsenkern.

sich, so dass noch ein dünnes Stratum seiner Substanz, wie eine Vormauer des Sehhügels, ausserhalb der durchbrochenen Markkapsel seiner Gitterschichte bleibt, beziehungsweise in deren Bündeln eingeschlossen liegt (Fig. 243 zwischen *Th* und *P*). Das Verdienst der ersten Darstellung einer Einstrahlung der innern Kapsel in den Sehhügel am Gehirndurchschnitte gebührt Kölliker, dessen gewebliche Darstellung des Gehirnbaues in seiner mikroscopischen Anatomie überhaupt in seltener Weise Kennerschaft des Organes mit Eingehen in die mikroscopischen Details verbindet.

In den hintersten Gebieten jener Sehhügellänge, die noch in das Gebiet des 3. Ventrikels fällt, also schon vor dem Pulvinar, gränzt der Sehhügel an die volle Breite des Grosshirnlappenmarkes, indem hier durch Aufhören des Linsenkernes keine innere Kapsel mehr abgegränzt wird. Die Sehhügelmasse lässt hier ein oberes und ein unteres Lager erkennen, welche durch eine zwischentretende Zacke des Markdurchschnittes von einander abgegränzt sind (Fig. 248 bei *IIR*). Das obere Lager und das untere Lager des Sehhügels confluiren in ihrer grauen Masse vollständig und sind in ihrer Gesammthöhe (Fig. 248 *Th*) bis zu einer unten zu besprechenden innersten Lamina medullaris (*T'*) hin von ganz gleichartigen radiären Bündeln durchzogen, die mit ihnen fast gleich dicken Schichten grauer Substanz, in der sie endigen, abwechseln. Die Zellen der Sehhügelsubstanz sind im Mittel 30 μ lang, 10 μ breit, spindelförmig und in eminenter Weise mit ihrer Längsaxe den Radiärbündeln parallel gestellt, ihre Caliber scheinen gleichartig im obern und im untern Lager. Diese gleichartigen Radiärstrahlungen in das confluente obere und untere Sehhügellager gehen aber von zwei verschiedenen Ursprungscentren aus. Die des obern Lagers stammen anscheinend ausschliesslich aus dem Grosshirnlappenmarke, also aus der Grosshirnrinde, die des untern Lagers aber stammen ersichtlich aus dem Tractus opticus, somit aus der Retina, als die noch zu besprechende sogenannte mittlere Wurzel des Tractus opticus. Sie tritt zwischen äusserm Kniehöcker (Fig. 248 *c*) und Hirnschenkelfuss (*P*) aus dem Marke des Tractus (etwa 12 mm vor dem hintern Rande des Pulvinar) in die Sehhügelmasse ein. Diese mit der Rinde in allen Momenten der Formation so gemeinsame Sehhügelverbindung scheint der Retina den Character eines neben die Grosshirnrinde zu stellenden Centrums zu verleihen, wogegen die unten anzugebende, von dieser Formation gänzlich verschiedene Ursprungsweise der die Periferie aufsuchenden Bahnen des Hirnschenkels im Sehhügel eine nicht minder beachtenswerthe Differenz zwischen Tractus opticus und periferen Nerven, zwischen der Retina und den Endorganen solcher aufweist. Der hier ausgeführten Verwandtschaft der Einstrahlungsform aus Grosshirnrinde und Retina im Sehhügel reiht sich ergänzend die schon von Arnold gewürdigte Thatsache des Zusammenhanges vom Tractus opticus mit der Gürtelschicht des Sehhügels an, die im Uebrigen ausschliesslich vom obern Gliede des Projectionssystemes gebildet wird.

Von den Verbindungen der hintern Region des Sehhügels mit Hinterhauptlappen und Schläfelappen wurde schon pag. 721 gehandelt.

Der Ursprungsantheil der Haube des Hirnschenkels aus dem Sehhügel entwickelt sich in drei Formen, 1. in Form der Haubenbündel der hintern Commissur, 2. der Laminae medullares, 3. des Haubenbündels aus dem Ganglion des Zirbelstieles. Nur das Ursprungsgebiet des letzteren Haubenbündels (Figg. 248 *H*, 241 *I*) prägt sich schon äusserlich als ein oblonger, keulenförmiger Kern an der innern Gränze des Stratum zonale aus, dessen bedeckende Bündel das obere Glied seines Projectionssystemes dar-

stellen. Das mächtige aus dem Ganglion der Habenula hervorgehende Hirnschenkelbündel *H'* beugt, vom Grau des 3. Ventrikels bedeckt, S förmig gebogen, zuerst dem hintern Längsbündel *L* nach aussen, dann dem rothen Kern der Haube, den es öfter mit einzelnen Bündeln durchsetzt, nach innen aus, und biegt sich hinter der Substantia nigra rechtwinklig um, als vorderstes innerstes Haubenbündel abwärts ziehend. Vielleicht liegt zwischen ihm und der Gürtelschicht seines Ganglions eine Kreuzung in der hintern Commissur



Fig. 248. Durchsichtiger senkrechter Querabschnitt aus dem Thalamus opticus und dem Grosshirnschenkel an der hintern Gränze des 3. Ventrikels. *M* das Hemisphärenmark. *Th* der Thalamus opticus. *V* 3 der 3. Ventrikel, vom centralen Höhlengrau der innern Sehhügelfläche bekleidet. *H* das Ganglion im Zirbelstiele. *Cm* das Centrum medianum von Luys. *C* Corpus geniculatum externum. *Nc* Nucleus caudatus. *TT* die Haube des Hirnschenkels. *Rk* der rothe Kern der Haube, dessen Markbündel zwischen *II R* und *S* aus dem Hemisphärenmark hervortreten. *P* der Fuss des Hirnschenkels. *S* die Substantia nigra. *II* Tractus opticus. *S z* Stratum zonale. *R* die radiären Strahlungen im Sehhügel, aus dem Hemisphärenmark in sein oberes Lager eingehend. *II R* die radiären Strahlungen im Sehhügel, welche aus dem Tractus opticus in sein unteres Lager eingehen. *T'* die concentrischen Laminae medullares für die Haube des Hirnschenkels. *H'* das Bündel aus dem Ganglion des Zirbelstieles für die Haube. *L* Querschnitt des hintern Längsbündels.

Das Ganglion habenulae zeigt an Thiergehirnen grössern Umfang als am Menschen und eine von der übrigen Sehhügelmasse durch dichte Anhäufung von Zellen differente, mit der Zirbeldrüse selbst übereinstimmende Structur.

Die Gebiete der beiden andern Ursprungsformen sind im Sehhügel nicht von einander abgegränzt, dennoch bedingen sie zwei scharf geschiedene Formationen innerhalb des Thalamus, die man in der Idee durch eine hinter dem Aussenrande des Tuberculum anterius beginnende, bis zum Aussenrande des

Ganglions der Habenula reichende Linie sich getrennt denken kann. Das innere dieser Gebiete wäre als das Lager für den Ursprung des Hirnschenkels durch die hintere Commissur, das äussere dieser Gebiete als das Lager für den Ursprung des Hirnschenkels durch Laminae medullares anzusehen.

Es sind die in dem vordern und untern Stiele des Sehhügels eintretenden Grosshirnlappenbündel, welche (Fig. 247 *Jk*) in longitutinalem Verlaufe durch das innere Lager des Sehhügels verlaufen und in die hintere Commissur gelangen, was sich wegen der dabei statthabenden Umbeugung nach innen zwar nicht an Schnittpräparaten, wohl aber in evidenter Weise durch Abfaserung zeigen lässt. Dabei wechseln sie höchst regelmässig mit Schichten grauer Substanz etwa von der Breite der Bündel, an deren 30 μ langen, 10 μ breiten spindelförmigen, dem Verlaufe parallelen Zellen sie als Grosshirnlappenbündel endigen und als Hirnschenkelbündel entspringen. Nachdem nämlich die Bündel der hintern Commissur etwa um 5 mm weit die Mittellinie überschritten haben, treten sie nach vorne in die Haube des Hirnschenkels ein (Fig. 247 *Ch*), um als Rückenmarksursprünge innerhalb der letztern nach abwärts zu ziehen.

Das hintere, äussere Lager des Sehhügels bietet eine oberflächliche Aehnlichkeit mit dem innern Baue des Linsenkernes, indem hier wie dort das Hemisphärenmark, das in radiärem Verlaufe zu seinen Endzellen gelangt, von concentrisch verlaufenden Markblättern gekreuzt wird, welche Hirnschenkelursprünge dieser Ganglien sind. Von diesen concentrischen Blättern im Innern des Thalamus (Fig. 248 *T'*) beachteten die Autoren nur das innerste, von Burdach Lamina medullaris genannte, das die Gränze zwischen dem imaginären äussern und innern Kerne des Sehhügels bilden sollte. Da die Lamina medullaris aber nur (fast genau) der hintern Hälfte der Sehhügellänge angehört, so hört die Scheidung dieser Kerne jedenfalls in der vordern Sehhügelhälfte auf. Luys dagegen bemerkte, dass dieses Markblatt in der Mitte der Sehhügelmasse einen nach hinten, oben, unten und aussen scharf begränzten Kern umschliesse, Centre median (Fig. 248 *Cm*). Die Zellen desselben sind in Form und Grösse von den übrigen des Sehhügels nicht unterschieden. Seine Stabkranzstrahlungen stammen aus dem vordern Stiele des Sehhügels. Die Lamina medullaris aber, welche Burdachs innern Kern, Luys' Centre median umfasst, ist gar kein Vorkommniss für sich, sondern eben nur die innerste einer Anzahl concentrischer Laminae medullares, durch welche im Gegensatz zu dem gekreuzten Haubenursprunge in der hintern Commissur, direct verlaufende Hirnschenkelursprünge aus dem Sehhügel sich entwickeln. Das Verhalten dieser im weitern den Kleinhirnantheil des Haubenquerschnittes, den rothen Kern (Fig. 248 *Rk* in *T*) umgebenden Hirnschenkel-Rückenmarksbündel zu den radiären Sehhügelstrahlungen aus der Retina (Fig. 248 *IIR*) ist ganz dasselbe, wie ihr Verhalten zu den radiären Sehhügelstrahlungen aus der Grosshirnrinde (Fig. 248 *R*).

War der Sehhügel in seinen vorderen Gebieten (Fig. 245) unmittelbar von dem in der innern Kapsel sich zusammensetzenden Hirnschenkelfuss getragen, so drängen sich in abwärts gelegenen Schichten zwischen die Sehhügelmasse und den Hirnschenkelfuss zwei aus dem Stabkranz hereintretende Bündelfächer ein. Der obere dieser Fächer gestaltet durch Convergenz seiner Bündel einen runden Querschnitt, der zum Organisationsmittelpunkte jeder Hälfte der Haube des Hirnschenkels wird, und (weil er durch Aufnahme einer Masse grösstentheils sehr kleiner Nervenkörper (pag. 755) zwischen seine Bündel zu einer gangliösen Masse anschwillt,) rother Kern der Haube heisst. (Fig. 246, 247, 248 und 249 *Rk*). Dieser rothe Kern ist das erste Internodium einer Bahn, die mit dem genannten Stabkranzfächer in der Grosshirnrinde ihren Ausgangspunkt nimmt, und andererseits bis in die Rinde des Kleinhirns reicht. Die Bindearme, Processus cerebelli ad cerebrum, sind ein frei liegendes Segment dieser Verbindungsbahn zwischen beiden Rindensubstanzen.

Der zweite schmächtigere, unter dem ersten liegende Stabkranzfächer tritt an die mit einer äusseren Spitze ihm zugewendete Sömmering'sche Substanz, deren Beziehung zum Fuss des Hirnschenkels schon erörtert worden. So ruht nun der Sehhügel (Fig. 248) auf der Gesammtmasse des Hirnschenkels, von welcher der Fuss in diesen Schnittebenen ein bereits fertiges Gebilde, die Haube aber bezüglich ihrer Rückenmarksantheile erst in einer noch die Vierhügelregion hindurch sich ergänzenden Heranbildung begriffen ist.

Doch findet sich im Vierhügel noch eine zweite, ihm mit dem Sehhügel und zugleich noch mit den Kniehöckern gemeinsame Verbindung, nämlich die mit dem Tractus opticus. Diese Beziehung des Vierhügels sei seiner fernern Schilderung vorangestellt, weil damit unter Einem sich die Betrachtung des Sehhügels, sowie überhaupt jener Grosshirnganglien erledigt, die in der Hirnschenkelregion ihren Abschluss finden, während der Vierhügel ein auch noch dem nächsten Abschnitt unserer Darstellung, der Brücke angehöriges Gränzgebiet ist. In den Ebenen des Ursprungs, oder besser der Einstrahlung des Tractus opticus rücken die hintern Enden der Sehhügel, die Polster, durch ihre Divergenz, die den Vierhügel sich einschieben lässt, aus der mehr medialen Breite des Hirnschenkelgebietes weg. Statt auf letzterem liegt das Pulvinar auf den beiden Kniehöckern auf (Fig. 249 *Th*, *Gi*, *Ge*), und das Stratum zonale schiebt seine Bündel gegen den Tractus opticus hin zusammen, welche theils durch diesen aus der Retina, theils für ganz identische Bezirke des Sehhügels in einem dem Tractus parallelen Bogen aus dem Mark des Schläfelappens entspringen. Es giebt also zwei Verbindungen des Tractus mit dem Sehhügel, 1. eine oberflächliche eben erwähnte, 2. eine tiefliegende, pag. 737 beschriebene.

Der äussere Kniehöcker (corpus geniculatum externum) hat im Querschnitt eine plump herzförmige, somit zweilappige Gestalt, was in Fig. 249 *Ge* nicht vollkommen genug ausgeprägt ist. J. Wagner muss wohl einen dieser Lappen für ein besonderes Gebilde genommen haben, wenn er räthselhafter Weise

von einem abgegränzten Sehnervenkern im Sehhügel spricht, den er in der Abbildung mit der eben nur im äussern Kniehöcker vorkommenden Schichtung von alternirendem Grau und Weiss versieht. Die graue Substanz des äussern Kniehöckers ist aber keine klumpige Masse wie die der Ganglien, sondern eine blattförmige, die aber (gleichsam zur Unterbringung in einer nach allen Seiten geschlossenen Markkapsel), wie glücklich geführte Längsschnitte zeigen, zickzackförmig gefaltet ist. Erinnert man sich des blattförmigen, in seiner Scheide gleichfalls zusammengefalteten Sehnervs der Fische, so liesse sich der Bau des äussern Kniehöckers morphologisch, wie folgt, erklären: Ein Blatt grauer Sub-



Fig. 249. Durchsichtiger Querabschnitt aus den Ursprungsganglien des Tractus opticus vom Menschen. *M* Das Grosshirnlappenmark. *II* Tractus opticus. *R k* rother Kern der Haube. *Nc* Nucleus caudatus. *St* Stria cornea. *Th* Pulvinar. *Qu* oberer Zweihügel. *Gi* innerer Kniehöcker. *Ge* äusserer Kniehöcker. *S* Substantia nigra. *A* Aquaeductus. *A'* Centrales Höhlengrau um den Aquaeductus. *R* die Mittelnaht der Haube. *La* Lamina perforata posterior. *R'* Einstrahlungen in das Pulvinar. *Bs* der Arm des obern Zweihügels. *Bi* der Arm des untern Zweihügels, aus welchem die untersten Bündel des innern Kniehöckers in den Tractus opticus laufen. *W* Sehwurzel des obern Zweihügels (durch Vermittlung des innern Kniehöckers). *Xp* Kreuzung im Dache des Aquaeductus, durch welche der rechte Arm des obern Zweihügels in die Schleifenschicht der Haube *Tl* übergeführt wird. *Xd* Kreuzung nach vorn von dem Aquaeductus, welche der von den Quintuszellen *V* ausgehenden Durchflechtung der Haube (*To*) angehört. III' Oculomotoriuswurzeln. *T* Rückenmarksbündel der Haube. *V* Durchschnitte absteigender Quintuswurzeln mit den ihnen anliegenden blasenförmigen Zellen. *L* hinteres Längsbündel. *III* Kern des N. oculomotorius und trochlearis. *P'* Hirnschenkelbündel, die als Fibrae rectae der Raphe (*R*) in den genannten Kern eintreten.

stanz läge zwischen zwei Markblättern, von denen das eine ein Antheil vom Marke des Tractus, das andere Hemisphärenmark wäre. Von den anliegenden Flächen aus verbinden sich die Markblätter mit den Zellen des grauen Blattes, während sie zusammt dem eingeschlossenen Grau zackig gefaltet sind. So werden fortwährend graue und weisse Blätter mit einander wechseln, wie dies an jedem Durchschnitte des äussern Kniehöckers ersichtlich wird. Die Zellen

dieses Ganglions sind 30—48 μ lang, 15 μ breit, meist ziemlich grobkörnig, pigmentirt. Die vom oberflächlichen Sehhügelursprung nach innen, vom tiefliegenden nach aussen gelegene, dem äussern Kniehöcker zugehörige Masse des Tractus ist sehr mächtig (Fig. 249 II).

Die Verbindungen des äussern (und innern) Kniehöckers mit dem Hinterhauptshirn (Fig. 243) und dem Schläfelappen wurden pag. 721 bereits besprochen.

Nach innen und grossentheils zugleich nach vorn von diesen äussern Bündeln des Tractus liegt seine Verbindung mit dem ovalen oder spindelförmigen innern Kniehöcker, der die ihn meridianartig durchstreichenden Bündel des Tractus aus seinen 25 μ langen, 5 μ breiten spindelförmigen Zellen in reducirter Menge in einer obern und einer untern Verbindung dem Vierhügel zuführt. Die obere, die mittelbare Verbindung des Tractus opticus mit dem obern Zweihügel strahlt unter und etwas hinter dem Arme des obern Zweihügels pinselförmig in dessen kleine Zellen ein (Fig. 249 *Gi*, *W*).

Eine untere Verbindung mit dem Vierhügel vermittelt der innere Kniehöcker aber dadurch, dass er in Continuität aus dem Tractus opticus verfolgbare Bündel dem Arme des untern Zweihügels und somit diesem Ganglion selbst zuführt. Es kann kein schlagenderes Argument für die Bedeutung des Sehnervs und gegen seine Auffassung als perifere Nervenwurzel geben, als dieser Anschluss eines seiner Bündel an den untern Vierhügelarm, der im Uebrigen nichts, als ein aus der Hirnrinde entsprungenes im Ganglion des untern Zweihügels endigendes Stabkranzbündel ist (Fig. 249 *Gi*, *Bi*).

Entsprechend seinen Verbindungen mit beiden Paaren des Vierhügels hält der innere Kniehöcker in der Säugethierreihe Schritt mit der Massenentwickelung desselben. Mit der Massenentwicklung der Haube selbst steht der innere Kniehöcker wohl nicht allein wegen dieser Stellung zum Vierhügel in Harmonie, sondern er schliesst sich wohl hauptsächlich seiner dem untern Vierhügelarm zugesellten Bündel wegen den Ursprungsganglien der Haube an, welches Verhältniss aber noch weiterer Aufhellung bedarf.

Die allerinnersten Bündel des Tractus opticus umgürten theils den Fuss des Hirnschenkels, theils flechten sie zwischen dessen äussersten Bündeln sich hindurch (Fig. 248). Ihr endlicher Verlauf ist mir nicht bekannt geworden. Nur kann ich mit Bestimmtheit den täuschenden Anschein zurückweisen, der sich beim ersten Anblick aufdrängt, als verbänden sich diese Bahnen gemäss der Annahme Burdachs mit der allerdings ganz benachbarten Substantia nigra. Sie hören immer neben oder hinter derselben abgeschnitten auf.

Die Vierhügelregion liegt nach einwärts vom sogenannten Sehursprung als ein verschmolzenes Ganzes aus 3 übereinanderliegenden Etagen um eine excentrisch nach oben gelegene Höhlung, den Aquaeductus Sylvii aufgebaut (Fig. 249 *A*). Ueber dem Aquaeduct erstreckt sich der Vierhügel, in seiner Mitte das Dach des Aquaeductus darstellend. Vor dem Aquaeduct liegen zunächst die Hauben des Hirnschenkels, in der Mittellinie in einer Naht (*R*) verschmelzend, deren untere Fläche als die Lamina perforata posterior (*La*) sich darstellt. Seitlich von der letzteren erstreckt sich jederseits der Durchschnitt der

untersten Etage der Vierhügelregion, der Fuss des Hirnschenkels. Der Gestalt nach ist der Vierhügel aus einem obern und untern Ganglienpaar zusammengesetzt, welche als ein Ganzes mit ihren Armen (den von der Rinde her in sie eintretenden Stabkranzbündeln) eine quere Lagerung im Gehirne haben. Doch ist diese Richtung für den untern Arm keine strenge, weil derselbe als eine Aufrollungsaxe des Sehhügels von dessen Polster nach vorne gedrängt wird (Fig. 243 *Bi*). Die Ganglien des Vierhügels sind zwischen ein oberflächliches (Fig. 246 *Bs*—*Xp*) und ein tiefliegendes Marklager (Fig. 249 *Xp*—*Te*, 241 *m'*) eingebettet. Das oberflächliche ist eine Art Gürtelschichte wie beim Sehhügel, die Entfaltung der Vierhügelarme, der einzigen frei an der Oberfläche des Gehirnes sichtbaren Bündel des I. Gliedes vom Projectionssysteme. Das tiefe Marklager stellt den Ursprung der Haube des Hirnschenkels im Vierhügel dar. Beide Marksysteme gehen gekreuzt in einander über, sind daher in der Mittellinie verschmolzen. Im hintern Fünftheil der Vierhügellänge verliert das tiefliegende Mark bei feinerer Zerstreuung im Grau des Ganglions seine Compactheit und hebt sich nicht mehr als besondere Markschicht ab (Fig. 250 *Q*). Aus der Vierhügelmasse entwickelt sich allerdings (wahrscheinlich als Fortsetzung gekreuzter Bündel der Arme) ein Processus corporis quadrigemini ad cerebellum, doch verdient diesen Namen keineswegs der damit belegte Bindearm, sondern das aus deutlich paarigen Hälften bestehende Frenulum, das sich durch die obere Hirnklappe in den Oberwurm des Kleinhirnmarkes entfaltet.

Der Querschnitt des medianen Vierhügelmarkes, ist eins mit dem Mark der hinteren Commissur (Fig. 241 *m'*). Die letztere entwickelt sich aber nicht allein aus dem besprochenen Ursprungsbette im Sehhügel, sondern hängt auch mit dem die Zirbeldrüse (conarium) genannten Ganglion und mit dem ihrer Habenula zusammen. Das Ganze dieser Organisation erscheint im Längsdurchschnitt des Gehirnes (Fig. 241 *m'*, *Z*, *Z'*) als ein S förmiger Anhang des medialen Vierhügelmarkes, der sich zusammensetzt 1. aus einer unteren nach hinten offenen Rinne von Querschnitten, der hintern Commissur, 2. aus einer oberen, daran gesetzten nach vorne offenen Rinne als zweite Curvatur des S, der Zirbel mit ihren der Oberfläche parallel geschwungenen Markbündeln, und 3. aus einem gespalteten paarigen Schnabel des S, dem Ganglion des Zirbelstiels mit seinen das Grenzmark des Sehhügels gegen das Grau des 3. Ventrikels bildenden Längsbündeln, die nach Arnold, Jung, Luys, Inzani und Lemoigne auch mit dem Gewölbe zusammenhängen sollen. Die Paarigkeit der Zirbelstiele dehnt sich im menschlichen Foetus und, bei vielen Säugethieren bleibend, durch mittlere Spaltung auch auf die Zirbel selbst aus (Luys).

Wirkliche Commissurenfasern der hintern Commissur werden von Burdach und Arnold angegeben.

Die Zirbeldrüse wurde öfter ganz mit Unrecht mit der Hypophyse in Parallelismus gesetzt. Noch Luys fasst sie als Fortsetzung vom Grau des mittlern Ventrikels auf. Nach Arnold's richtiger Anschauung ist sie durch ihr Mark

von letzterm getrennt. Sie ist als ein Ganglion aufzufassen, das, mit dem des Zirbelstieles gleich gebaut, wie dieses, einerseits mit dem Mark der Grosshirnlappen, andererseits durch die hintere Commissur mit dem Hirnschenkel zusammenhängt. Man darf sie somit unter die Ursprungsganglien der Haube rechnen. Aus zwei Formen von Zellen, 15 μ grossen und sehr kleinen, nur 6 μ messenden, ist sie zusammengesetzt und unterscheidet sich vom Bau der andern Grosshirnganglien eben nur durch das dichte Aneinanderliegen der Zellen. Im Zirbelstiele wechseln die dichten Reihen derselben regelmässig mit Markschichten ab und gewähren oft ein den Körner- und Markschichten des Bulbus olfactorius ähnliches Bild. Die Beimengung des Markes und die constanten Fortsätze der Zellen nöthigen, sie als Nervenkörper aufzufassen. Die dichte Anordnung ist ihnen mit dem Stratum corporum arctorum des Ammonshornes gemein und, zugleich mit der Kleinheit des Calibers mit dem Riechlappen, der Kleinhirnrinde und gewissen Anhäufungen im Streifenhügelgrau. Letzteres enthält auch dichte Nester grösserer Nervenkörper.

Die Einstrahlung des Projectionssystemes aus der Grosshirnrinde in den Vierhügel geschieht durch den Arm des obern (Fig. 249 *Bs*) und den Arm des untern Zweihügels (Fig. 249 *Bi*, 250 *B**). Der Arm des obern Zweihügels durchstreicht den Sehhügel hart über den Kniehöckern, wobei ein dreieckiger Bezirk des Sehhügelquerschnittes zwischen ihm und den Kniehöckern eingeschlossen wird (Fig. 249 *Bs Ge Gi*).

Die Arme des Vierhügels endigen vielleicht alle wie die übrigen Stabkranzbündel in dem ihrer Hemisphäre gleichseitigen Ganglion. Die medialen Kreuzungen liegen jenseits ihrer Unterbrechung durch Zellen des Vierhügels und gehören den Hirnschenkelbündeln nach ihrem Ursprunge aus der Vierhügelmasse an.

Unterliegt dieses Verhalten der Vierhügelarme keinem Zweifel bezüglich der tiefern sofort die Gangliensubstanz betretenden Bündel, so darf man es andererseits auch für zuvor an der Markdecke des Vierhügels betheiligte Bündel der Arme mit Sicherheit aussprechen, und zwar, weil die Zellen des Vierhügels nicht nur der grauen Masse der Kerne, sondern als reichliche Einstreuung auch schon den äussersten Lagen der Gürtelschichte angehören, so dass diese Bündel des Stabkranzes keineswegs erst jenseits der Mitte in die Tiefe der Kerne einzugehen brauchen, um Endigungszellen zu finden. Nicht so offen liegt das Verhältniss der vordersten Bündel des oberen Vierhügelarmes zur Kreuzung vor Augen, welche in Querabschnitten durch das Affengehirn in sehr lockerer, von Sehhügelmasse durchsetzter Anordnung den Thalamus durchbrechen, während sie als sehr compacte unaufgelöste Bündel durch den obern Zweihügel treten. Doch bleibt es wahrscheinlich, dass die genannten, noch näher zu erforschenden Bündel dennoch in dem gleichseitigen Vierhügelganglion endigen, indem sie nahe der Mittellinie umbeugen und nach rückwärts laufen können, um sich erst dann zu kreuzen. Dieser Voraussetzung entspräche der in Längsabschnitten durch den oberen Zweihügel ersichtliche longitudinale

Verlauf fein in die graue Substanz vertheilter Bündel (Fig. 241 Q'), die vom Eintritt des oberen Vierhügelarmes aus zu weit nach rückwärts gelegenen Stellen der medialen Kreuzung ziehen.

Dass sich dem Arme des unteren Zweihügels während seiner Bedeckung durch den inneren Kniehöcker Bündel aus dem Tractus opticus beigesellen, wurde schon angegeben.

Die graue Substanz des Vierhügels gehört an der Innenfläche desselben ganz so wie das Grau der Innenfläche des Sehhügels zum centralen Höhlengrau. Sie bildet als graue Umgebung des Aquaeductus die Fortsetzung der Auskleidung des 3. Ventrikels. Auch hier soll die Beschreibung dieses von den Vierhügelganglien zu sondernden Grau vorangehen, weil seine Gegenwart und die innige Verbindung mit ersteren eine Richtung der Bedeutung des Vierhügels ins Klare setzt. Das centrale Höhlengrau um den Aquaeductus Sylvii wird nach hinten von den Kreuzungen des Vierhügelmarkes nach vorne vom Durchschnitte der hinteren Längsbündel begränzt (Figg. 249, 250 *A'*, *Xp*, *B*×, *L*). Seitlich ist sein Querschnitt im oberen Zweihügel von scharf gezeichneten Randfasern, welche zur Haube ziehen, umsäumt, während im Querschnitte des unteren Zweihügels eine nicht minder scharfe Grenzlinie durch eine in der Wand der Wasserleitung selbst allmälig entwickelte Kette von Querschnitten zu Stande kommt, die nach aussen vom hinteren Längsbündel liegen (absteigende Quintuswurzeln Fig. 250 5'). Die Lichtung der Wasserleitung, mit pallisadenförmigen Epitelien ausgekleidet, wurde in ihren, in verschiedenen Höhlen wechselnde Durchschnittsformen von Gerlach beschrieben. Wenn man durch eine quere Linie, im obern Zweihügel vor ihm, im untern durch den Aquaeduct gezogen, das rings umgebende Höhlengrau in zwei Halbkreise scheidet, so besteht die Bevölkerung des hinteren Halbringes aus kleinen, 25 μ langen und 5 μ breiten Zellformen, in seinem vorderen Halbringe aber enthält dieser Querschnitt 30—50 μ lange und 15—25 μ breite Nervenkörper. Die grossen Körper kommen theils dünner gesät, theils in compacter Formation vor. Als letztere bilden sie in der Gegend des oberen Zweihügels, durch gleich zu besprechende Randfasern abgegränzt, den hinter dem hinteren Längsbündel, innerhalb der oberen Hälfte des untern Zweihügels aber in einer Excavation desselben liegenden Oculomotorio-Trochleariskern im engern Sinne. Demselben gehört im weitern Sinne allerdings auch die (nach abwärts nicht von ähnlichen Zellen der Eminentia teres abzugränzende) zerstreute Formation zu.

Der Oculomotorio-Trochleariskern steht 1. mit geraden Fasern der Raphe (Fig. 249 *III P'*) in Verbindung, welche, soweit sie nicht schon mit ganz gleichwerthigen, in die Raphe selbst eingestreuten Zellen sich verbinden, mit innersten Bündeln in die zerstreute Formation des genannten Kernes auseinanderfahren, mit mittlern und äussern aber in dessen compacten Antheil eingehen. Dabei bilden sie nach innen convexe feinbündelige Curven, denen die innern, etwas kleinern Nervenkörper des Kernes eminent parallel

stehen. Zwischen vorliegender periferer Endigung dieser Fibrae rectae und ihrem centralen Ursprung liegt eine spitzwinklige Durchkreuzung. Sie entspringen aus dem Linsenkern, als innerste, dem tiefen Stratum der Ansa peduncularis angehörige Bündel des Hirnschenkelfusses. Sie sind für den Oculomotorio-Trochleariskern das, was die Pyramidenkreuzungsbündel für die Ursprungskerne der vordern Rückenmarkswurzeln sind.

Sie sind darum die kürzesten Bündel des Hirnschenkelsystems, weil sie, aus dem Linsenkern entsprungen, bereits in den höchstgelegenen der motorischen Ursprungskerne sich einsenken und hier im centralen Höhlengrau ihr peripheres Ende erreichen.

2. Entspringen aus der Masse des Oculomotorio-Trochleariskerns, in welcher diese Bündel endigten, die Oculomotoriuswurzeln (Fig. 249 *III'*) als mächtige nach vorne durch die Hauben zur Innenseite des Hirnschenkelfusses verlaufende, nach aussen (gleichsam als Fortsetzung der Curve der Fibrae rectae) geschwungene Bündel, die zum Theil den rothen Kern der Haube durchsetzen, zum Theil einwärts von ihm gelegen sind. Hält man sich vor Augen, dass irgend welche im Linsenkerne endigende Bündel des Stabkranzes das obere Glied einer Projectionsbahn darstellen, deren zweites Glied, dort entspringend, als gekreuzte Fibrae rectae der Raphe in den Oculomotoriuskern ausläuft, nachdem es im Fuss des Hirnschenkels verlief, und deren drittes Glied im Nervus oculomotorius gegeben ist, so bildet diese leicht übersichtliche Gliederung ein Schema für den Verlauf jener Projectionsmassen, welche durch die vordere Bahn des Hirnschenkels, durch seinen Fuss, zu den gesammten motorischen Nervenwurzeln führen. Die Mächtigkeit der Bündel, also die Fasernanzahl der eintretenden Hirnschenkelbündel, so wie auch das Caliber ihrer Fasern ist weit geringer, als in den austretenden Wurzeln, daher hier ersichtlich der gewiss vielörtlich berechtigte Lehrsatz von Deiters sich ausprägt, dass mit der Unterbrechung der Fasern in einem centralen Kerne auch eine Umwandlung ihrer Beschaffenheit einhergehe.

3. Entspringen aus demselben Kern die Wurzeln des Nervus trochlearis. Die Kreuzungsstelle dieses Nervenpaares liegt, wie Stilling nachgewiesen, nicht centralwärts vom Ursprungskerne, sondern findet mittelst gegenseitiger Durcheinanderflechtung der Wurzelbündel selbst unmittelbar vor deren Austritt unterhalb des Vierhügels im Velum medullare Statt (Fig. 251 4).

Die Vertretung durch gekreuzte Fibrae rectae im Hirnschenkel dürfte demnach dem Trochlearis mit dem Oculomotorius nicht gemeinsam sein, wenn man nicht eine wohl vom physiologischen Gesichtspunkt aus nicht begründete Rückkreuzung annehmen will. Die Trochleariswurzeln gehen in pinselförmiger Zerstreutheit hauptsächlich aus jenen etwas tieferen compacten Gebieten des gemeinsamen Kernes hervor, der in einer Excavation des hintern Längsbündels liegt. In Querschnitten durch die obere Hälfte des untern Zweihügels umgeben sie diesen Kern von hinten her als Randbündel. In Querschnitten durch dessen untere Hälfte erscheinen sie als compacte Querschnitte

an den Enden des queren Durchmessers der Umgebung des Aquaeductus (Fig. 250, 4).

Die Gesammtbahn des Trochlearis, deren Ursprungskern vor dem Aquaeductus und in der Gegend des oberen Zweihügels, deren Austrittsstelle hinter dem Aquaeductus und unterhalb des unteren Zweihügels liegt, muss nothwendig in einer von oben und vorne nach unten und hinten geneigten Ebene den Aquaeductus Sylvii umkreisen (Stilling). Dagegen beruht die Annahme einer zweiten Ursprungswurzel des Nervus trochlearis, welche Stilling und Deiters als sogenannte untere Bahn angenommen haben, auf einer Verwechslung mit absteigenden Quintuswurzeln, die allerdings dem Trochlearisaustritt sehr nahe kommen (Fig. 251, 5).



Fig. 250. Durchsichtiger Querabschnitt aus der untern Hälfte des untern Zweihügels und den obersten Schichten der menschlichen Brücke. *A* Der Aquaeductus in seinem centralen Höhlengrau. *Q* das Ganglion des untern Zweihügels. *B* ✕ Kreuzung der Arme des untern Zweihügels. *S* Pedunculus des untern Zweihügels (Schleife). *m* hochliegendes Blatt der Schleife aus dem obern Zweihügel. *BA* der in Kreuzung mit dem entgegengesetzten begriffene Bindearm. *VS* Rückenmarksbündel der hintern Brückenabtheilung nach innen vom Bindearm. 4 Querschnitt einer Trochleariswurzel. *L* hinteres Längsbündel. 5 die Zellen der Substantia ferruginea. 5′ absteigende Quintuswurzeln mit blasenförmigen Ursprungszellen. *P* Fortsetzung des Hirnschenkelfusses in der vordern Brückenabtheilung. *Trp* Tiefliegende Querbündel des Brückenarmes. *Trs* Oberflächliche Querbündel des Brückenarmes.

Schon im obern Zweihügel schliesst das centrale Höhlengrau ausser der medial gelegenen Ursprungsmasse motorischer Nervenwurzeln auch eine lateral gelegene sensorische Bahn ein, nämlich Quintuswurzeln. Diese entspringen hier am äussersten Saume des Grau um den Aquaeductus Sylvii von Häufchen grosser blasenförmiger Zellen von 60 μ Länge und 45—50 μ Breite (Fig. 249, V) und formiren nach und nach eine Kette von Bündelquerschnitten, welche der Aussenseite des dickwandigen Rohres der Wasserleitung, in einen flachen Bogen geordnet, anliegen (Fig. 250 u. 251, 5′).

So sieht man schon in dieser Höhe ein durch das ganze centrale Höhlengrau gleichbleibendes Verhältniss der Lagerung motorischer und sensorischer Ursprungsmassen, von denen gesetzmässig den ersteren die Lage

neben der Mittellinie und vorne, den letzteren eine seitliche, zugleich hintere Lage zukommt, wodurch ihre Nerven vordern und hintern Rückenmarkswurzeln analog sind.

Es wird sich aber in Brücke und Oblongata, worauf Deiters mit Recht hingewiesen, noch eine mittlere seitliche Bahn von Hirnnervenwurzeln, zwischen der medialen und lateralen (hinteren) gelegen, entwickeln.

Die Zellen, aus welchen jene Quintusbündel entspringen, sind in instructiver Weise von der Zellenform im Oculomotorio-Trochleariskern verschieden. Erstere sind blasenförmig aufgebläht, fortsatzarm, die Fortsätze dünn, wie der Strohhalm von der Seifenblase, sich schroff absetzend. Letztere sind gleichfalls gross, aber schlank, fortsatzreich, ihr Caliber verjüngt sich allmälig in das der Fortsätze. Erstere gleichen den Zellen in den Interspinalganglien, letztere denen der vordern Rückenmarkshörner.



Fig. 251. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke. Austrittsgebiet des nervus Trochlearis. *A* centrales Höhlengrau um den Aquaeductus. 4 Trochleariskreuzung in der obern Hirnklappe. 4′ Querschnitt eines Trochlearisbündels. 5 substantia ferruginea. 5′ Kette absteigender Quintuswurzeln, *L* hinteres Längsbündel. *B A* der aus der Kreuzung hervortretende Querschnitt des Bindearmes. *VS* Rückenmarksbündel nach innen vom Bindearm. *m* Schleifenschicht aus dem obern Zweihügel. *S* Schleifenschicht aus dem untern Zweihügel.

Nicht Grössenunterschiede, wohl aber eine andersartige scharfe morphologische Kennzeichnung lassen hier Typen sensorischer und motorischer Ursprungszellen auseinanderhalten.

Bei Säugethieren besonders deutlich, reicht von der Mittelfurche des Vierhügels aus bis zum obern Rand des Epitels der Wasserleitung eine dunkle Linie, eine Art Naht, welche ich bei der Katze als ein mit Gefässen hereintretendes medianes Blatt faserigen Bindegewebes erkenne, das sich um die hintere Spitze des Canals ganz wie der Bindegewebsfortsatz aus der Hinterspalte im Rückenmark spaltet und nach welchem die fadenförmigen Enden der hintersten Epitelzellen tendiren. Bei Hunden sah ich in dieser Lamelle sternförmige und oblonge Zellen: auch bei Menschen findet sie sich als dunkle Linie angedeutet, am deutlichsten im untern Zweihügel.

Von den Ganglien des Vierhügels stellt sich im Querschnitt der obere Zweihügel als eine jederseits planconvexe Linse dar, deren Grundfläche auf den aus der mittlern Kreuzung nach aussen und vorn ziehenden Hirnschenkelbündeln aufruht, der untere Zweihügel aber als biconvexe zarter, doch schärfer begränzte Linse, deren unterer Rand wieder von den innersten Bündeln des aus ihm hervorgehenden Hirnschenkelantheils umschrieben wird.

Die Grösse der Nervenzellen im Vierhügel zeigt bedeutende Abstände; im Allgemeinen herrschen kleine Formen von 15—21 μ Länge und 5 μ Breite vor und finden sich in den oberflächlicheren Schichten beider Zweihügel aus-

schliesslich. In den tiefern Lagen jedoch und mehr gegen die mittleren Partien des Querschnitts finden sich (vielleicht überwiegend im obern Zweihügel) sehr grosse Formen von 45 bis 90 μ Länge und 10 bis 30 μ Breite. Die Richtung der Hauptaxen der Nervenkörper ist eine dreifache, 1. sind sie mit der Oberfläche concentrisch gestellt, was besonders innerhalb der oberflächlichen Ausbreitung des Markes der Arme, z. B. längs der Convexität des untern Zweihügels deutlich ist; 2. sind viele longitudinal von vorn nach hinten gerichtet, besonders längs der innern Flächen des obern Zweihügels, entsprechend dem indirecten oben angegebenen Verlaufe des obern Zweihügelarmes nach der mittlern Kreuzung zu (Fig. 241 Q′). 3. findet sich eine Zahl radiär gestellt, gegen den Aquaeductus convergirend.

Eine bestimmte Anordnung radiär gestellter Zellen scheint für das Verständniss des Vierhügelbaues vor allem wichtig. Man sieht nämlich bei starker Vergrösserung am Querschnitte des tiefen Marklagers, welches Gangliengrau und centrales Höhlengrau scheidet (Fig. 241 *m*), dass dasselbe von einer Zahl radiärer feiner Fibrillen durchsetzt wird. Diesen Fibrillen sind bis 45 μ lange und 10 μ breite spindelförmige Zellen eingeschaltet, die mit denselben einen nervösen Verbindungsapparat des Vierhügelgrau mit dem Grau des Aquaeductus Sylv. darstellen, in das die Ursprungsmassen der Augennerven eingesenkt sind. Durch diese Verbindung erscheinen die genannten grauen Massen als ein solidarisches Centrum, und die Morphologie entspricht so einem physiologischen Postulat, welches durch die Herrschaft der Erregungszustände der Retina über die Bewegung der Augenmusculatur sich aufwirft. Vielleicht darf man, so wie die Fibrae rectae des Oculomotoriuskernes die kürzesten Bündel des Fusses vom Hirnschenkel waren, diese Radiärfasern für denselben Kern den Rückenmarksbündeln der Haube analog setzen, die ja eben auch motorische Ursprungskerne mit den Ursprungsganglien der Haube in Verbindung bringen.

Der Hirnschenkelursprung aus dem obern und untern Zweihügel gestaltet sich in einer für beide Ganglienpaare übereinstimmenden Weise. Aus den Ganglienmassen, welche die Vierhügelarme aufgenommen haben, gehen Bündel hervor, die abwärts von der hintern Commissur das dichte gekreuzte Mark der Mittellinie formiren. Von da tritt die mittelbare Fortsetzung des oberen Vierhügelarmes in feinen, mit kleinen gestreckten (18—25 μ langen, 5 μ breiten) Zellen gemengten Schrägzügen nach vor- und auswärts sich in einem haldmondförmigen Querschnitt sammelnd, dem Querschnitt eines anfangs vom untern Zweihügelarme gedeckten Bündelfächers, des obern Blattes der Schleife lemniscus (Figg. 249 *Te*, 250 *m*). Die Einmengung von Zellen in den bereits der Haube angehörigen Verlauf dieses Markes lässt auf eine nach abwärts zunehmende Fasernsumme schliessen. Der Haubenantheil des untern Zweihügels tritt in Bündeln nach vorne, welche als unteres Blatt des Lemniscus an ihrer Aussenfläche von einem sichelförmigen Antheile des obern Lemniscus bedeckt sind, grösstentheils aber die

freie Aussenfläche der Haube bilden. Sie bedecken dabei unmittelbar den in der Höhe ihres Vierhügelursprunges aus seiner medianen Kreuzung nach aussen tretenden Bindearm (Fig. 250 und 251 *m*, *S*, *B A*).

Die Organisation der Haube, welche sich als volle Continuität in die hintere Abtheilung der Brücke (Fig. 250) fortsetzt, ist eigentlich in den untersten Querschnittebenen des Hirnschenkels noch nicht fertig, sondern bekommt in den obersten Brückenebenen noch einen Zuwachs. Im Vierhügel reicht die Breite des Querschnitts der Schleifenschicht nicht bis zur Raphe, sondern hört etwa 5 mm seitwärts von derselben auf (Fig. 249 *m*). In den obersten Brückenquerschnittebenen aber reicht dieser vorderste, die übrige Haubenorganisation gleichsam tragende Bündelfächer bis zur Raphe (Fig. 251 *m*).

Dieses nach Einwärtsreichen wird aber keineswegs dadurch bewirkt, dass sich die Bündel der oberflächlichen Schleifenschichte nach innen schieben, sondern durch einen Zuwachs, der, wie Stilling richtig beobachtete, vom Fuss des Hirnschenkels hereintritt und die zwischen der Raphe und der Schleifenschichte vorhandene Lücke ausfüllt. Während nämlich durch die hereinbrechenden Querbündel des Brückenarms der (Fig. 249) compacte Querschnitt des Hirnschenkelfusses in secundäre Bündel zerklüftet wird (Fig. 250), schneidet das hinterste Querbündel des Brückenarms eine hinterste Partie des Hirnschenkelfusses ab, die in ihrem weitern Verlaufe als der innerste Antheil der Schleifenschichte zur Haube gehört. Trotzdem dieses Bündel in seinem Verlauf wechselnd dem Fuss und der Haube des Hirnschenkels angehört, ist doch seine morphologische Zugehörigkeit zur Haube, zur hintern Bahn des Hirnstammes darum zweifellos, weil es an der wesentlichen gemeinsamen Verlaufscharakteristik der Rückenmarksbündel des Fusses vom Hirnschenkel, an der Pyramidenkreuzung nicht Theil nimmt.

Somit muss ein noch unbekanntes Terrain der Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses mit zu den Ursprungsmassen der Haube des Hirnschenkels gezählt werden. Die Ursprungsganglien der Haube waren durch das Zusammentreffen sensorischer und motorischer Bahnen in ihrem Innern characterisirt, welches Unterscheidungsmerkmal von den Ganglien des Hirnschenkelfusses für das Verständniss der Duplicität des Rückenmarksursprungs wohl von höchstem Belang ist. Innerhalb der Ursprungsganglien des Hirnschenkelfusses gibt es aber in der That ein Gebiet, welches ähnlich, wie z. B. der Sehhügel mit der Retina, mit einer Sinnesoberfläche durch Einstrahlungen des Riechlappens verbunden ist, nämlich die basale Partie des Streifenhügelkopfes über der Lamina perforata anterior. Dieses Gebiet kennzeichnete sich zugleich durch einen nach Form und Ordnung der Nervenkörper abweichenden geweblichen Bau als eine mit dem Streifenhügel zwar verschmolzene, ihm aber keineswegs gleichartige Masse.

Der hypothetische Hinweis auf dieses Ursprungsgebiet von Bündeln des Hirnschenkelfusses ist vielleicht geeignet, die Richtung für eine entscheidende und eingehende Untersuchung über den Ursprung der nicht aus dem Vier-

hügel stammenden Bündel der (von Reichert so genannten) Schleifenschichte anzudeuten.

Somit ist die Organisation der Haube in der Höhe vollendet, in welcher ihr unteres Ursprungsganglion, der Vierhügel aufhört. Sie besteht 1) aus dem Bindearm (Processus cerebelli ad cerebrum) in der Höhe des obern Zweihügels zum rothen Kern der Haube aufgebläht, in der des untern seiner Zellen entledigt; 2) aus dem hintern Längsbündel, das aus dem Ganglion der Ansa peduncularis entspringt; 3) aus einem durch die Bahn der hintern Commissur eintretenden gekreuzten Sehhügelursprung; 4) aus einem die Laminae medullares darstellenden ungekreuzten Sehhügelursprung; 5) aus dem vielleicht ungekreuzten Pedunculus des Ganglions der Habenula; 6) aus gekreuzten in der Zirbel entsprungenen Bündeln; 7) aus der Schleife vom obern Zweihügel, dem obern Blatte; 8) aus der Schleife vom untern Zweihügel, dem untern Blatte; 9) aus hintern Bündeln des Hirnschenkelfusses.

Ehe die Organisation der Haube zu einem Durchflechtungsgebiete der Kleinhirnarme wird, in welchem Bezug sie im Folgenden geschildert wird, unterliegt sie in der Höhe des obern Zweihügels einer Durchflechtung durch eine perifer in die grosse Quintuswurzel auslaufende Bahn. Hiedurch tritt dieser Abschnitt der Haube mit bestimmten Antheilen der Bündel des Vorderseitenstranges zur grossen Wurzel des fünften Paares in dasselbe morphologische Verhältniss, wie das verlängerte Mark, während in demselben der Vorderseitenstrang vom Hinterstrang des Rückenmarkes durchflochten wird, zu den hintern Rückenmarkswurzeln. Die p. 747 beschriebenen grossen Ursprungszellen absteigender Quintuswurzeln, welche, in Nestern beisammenliegend, im äussersten Saum des centralen Höhlengrau um den Aquaeduct sich einbetten, geben einem auffallenden Kreise von Randfasern desselben den Ursprung, deren Gesammtheit den Namen der Quintusstränge verdient. Diese Quintusstränge sind fast in der ganzen Höhe des obern Zweihügels zu einer dünnen (etwa 150 μ starken), den Tunnel der Wasserleitung umspannenden Markblase geordnet. Etwas unterhalb des Querdurchmessers der Wasserleitungswandung gehen sie aus diesem Uebereinander der Anordnung in ein im Querschnitte entwickeltes breiteres Nebeneinander über, indem sie sich fontainenartig entbündeln und theils zwischen hinterem Längsbündel und rothem Kern der Haube, theils nach aussen von letzterm die Querschnitte des Rückenmarksursprungs aus dem Sehhügel (also mit Ausschluss der Schleifenschicht) durchflechten. Der erstgenannte Zug tritt dann ersichtlich über die Mittellinie und lässt sich, während er die untere Periferie des rothen Kerns umgreift, weit nach aussen verfolgen. Sowohl diesseits, als jenseits der Kreuzungsstelle sind diesen aus dem Quintusstrang hervorgehenden Fibrae arcuatae 60 μ lange, 15 μ breite, beim erwachsenen Menschen pigmentirte Nervenkörper eingestreut, deren Fortsätze einen Zusammenhang zwischen den Ursprüngen motorischer Rückenmarksstränge und den Bogenbündeln der Quintusstränge vermitteln.

Ein Rückblick auf die Organisation der Haube lässt zwei im Bau ihrer Ganglien liegende fundamentale Unterschiede vom Fusse des Hirnschenkels hervortreten, die geeignet sind, die differente Bedeutung dieser beiden Ursprungsbahnen des Rückenmarkes würdigen zu lassen:

Erstens kennzeichnet sich die Haube durch das Zusammentreffen des Tractus opticus und des Ursprunges von (motorischen) Rückenmarkssträngen in denselben grauen Massen einerseits, sowie andererseits durch die Communication der Quintusstränge mit erstern Strängen unter Vermittlung multipolarer Nervenzellen als ein Uebertragungsgebiet centripetaler Erregung auf Bewegung. Die Ganglien des Hirnschenkelfusses dagegen, ohne Verknüpfung mit Sinnesoberflächen, weisen auf eine andere Erregungsquelle für ihre motorische Leistung hin, nämlich auf die Erregungszustände der Grosshirnlappen.

Zweitens kennzeichnen sich die Ursprungsmassen der Haube als Herde, in welchen durch anatomische Anordnung Mechanismen bestimmter Bewegungsformen gegeben sind, die durch die ebenerwähnten centripetalen Impulse ausgelöst werden können. Diese Kennzeichnung verleihen ihnen die so differenten Ursprungsformen der Rückenmarksstränge in diesen Ganglien und hauptsächlich der theils gekreuzte, theils ungekreuzte Ursprung derselben aus einem und demselben Ganglion (Sehhügel). Als Folge davon lässt sich erwarten, dass eine das Ganglion einer Seite treffende Innervation ungleichnamige Muskeln beider Körperhälften in ein für bestimmte Bewegungsformen nöthiges Zusammenwirken versetzen wird. Die Voraussetzung, das derartig sich Coordinationsmechanismen anatomisch verrathen könnten, hat schon Schrödfr v. d. Kolk ausgesprochen, bewogen durch den Anschein eines mit dem gekreuzten Ursprung des Nervus oculomotorius contrastirenden ungekreuzten Ursprunges des Nervus abducens, welches Verhältniss weiter unten seine Würdigung finden wird.

Im Gegensatz dazu sind die Bündel je eines Hirnschenkelfusses in ihrem Ursprung vollkommen aus Ganglien derselben Seite hervorgegangen, und wie sich im Weitern zeigen wird, haben sie, soweit Rückenmarksbündel dabei in Betracht kommen, eine allen gemeinsame Kreuzungsstelle im Verlaufe der Pyramide des verlängerten Markes.

Die Ganglien am Hirnschenkelfusse scheinen daher nicht die Herde der Zusammenordnung bestimmter Bewegungsformen zu sein, bei denen z. B. ungleichnamige Muskeln beider Körperhälften zusammenwirken. Hier dürfte die Gruppirung der Bewegungsakte nothwendigerweise schon in dem Centrum geleistet werden, das die Ganglien des Hirnschenkelfusses centrifugal innervirt, in den Grosshirnlappen durch die Leistung ihrer als Associationssysteme wirksamen Bogenbündel.

4. Das Gebiet der Einflechtung der Kleinhirnarme in das Projectionssystem.

Sollte gleich folgerichtig der Betrachtung dieser Region die Kenntniss des Kleinhirnes vorausgehen, jenes Centrums, das hier grösstentheils mittelst

transversaler Durchflechtung und durch Vermittlung grauer Substanz des Projectionssystems sich bemächtigt, so wird doch andererseits die nach unserer heutigen Kenntniss höchst lückenhafte Darstellung dieses centralen Organes einigermassen an Licht gewinnen, wenn sie nicht vorangestellt wird, sondern wenn vorerst die Verknüpfungen des Kleinhirnes mit anderen Hirnorganen, und dadurch vielleicht irgend eine Seite seiner Bedeutung vor Augen gelegt werden.

Die äussere Gestaltung, welche dieses Durchflechtungsgebiet des Projectionssystemes an der Hirnbasis annimmt, umfasst die Oberfläche der Brücke und der obern Hälfte der Oblongata. Zwischen dem menschlichen Gehirne mit denen der meisten Affen und den Gehirnen fast aller übrigen Säugethiere bietet die Basalansicht durchgreifende Unterschiede der Massenverhältnisse, anscheinend sogar der Art der Organe dar. Nur die Wassersäuger zeigen in diesem Gebiete wieder eine, dem höher entwickelten Affenhirne und dem menschlichen Gehirne ähnliche Bildung.

Die Massenunterschiede beziehen sich auf das Zurückbleiben der Brücke und der Pyramide der Säugethiere, sowie gegentheilig auf eine unvergleichliche Massenhaftigkeit der hintern Abtheilung der Oblongata, der Fortsetzung der Haube des Hirnschenkels. Die Formverschiedenheiten bestehen darin, dass beim Menschen drei Längserhabenheiten die Basalfläche des bezüglichen Oblongatenabschnittes markiren: 1. die Pyramiden, 2. die Oliven, 3. der Kleinhirnstiel, während bei den Säugethieren zu oberst neben den Pyramiden ein dem Menschen anscheinend fehlendes Organ, das Corpus trapezoides als ein bis in den Kleinhirnstiel reichendes dickes plastisch vortretendes Querband auftritt, und andererseits die Olive der menschlichen Oblongata zu fehlen scheint.

Eine Art Zwitterbildung findet sich in dieser Hinsicht an Gehirnen von Affen (Pavian), indem Corpus trapezoides und Olive, beide aber schwach entwickelt, neben einander sich vorfinden. Bei Halbaffen aber (Lemur) fand ich bereits das Corpus trapezoides allein.

Jedoch ist es leicht, sich zu überzeugen, dass dieses Auftreten und Fehlen eines Organs nur ein Anschein ist, der durch quantitative Entwicklungsunterschiede hervorgebracht wird. Denn das Corpus trapezoides besteht eben aus hinter der Pyramide liegenden Querbündeln, die durch die längere Brücke des Menschen noch bedeckt werden, wegen der Verkürzung der Brücke bei Säugethieren aber frei liegen, und die untere Olive zeigt sich am Oblongatenquerschnitt aller Säugethiere als vorhanden, nur ist sie hinter die Pyramide gerückt, springt daher nicht äusserlich neben derselben vor.

Weiterhin wird man aber bei einiger Besinnung inne, dass diese Formunterschiede an der Oblongata nichts anderes, als eine erklärliche Folge des Massenunterschiedes in der Entwicklung der Grosshirnlappen zwischen Menschen und Säugethieren sind, so dass wir eine weit wirkende morphologische Harmonie

in der Gestaltung der höchsten und der untersten Abschnitte des Gehirnes nicht zu verkennen vermögen.

Den Schlüssel zu dieser morphologischen Einsicht gibt die im Vorhergehenden beleuchtete Thatsache, dass der Fuss des Hirnschenkels in geradem Verhältnisse Schritt hält mit der Massenentwicklung der Grosshirnlappen.

War nämlich der Fuss des Hirnschenkels in seiner Mächtigkeit eine Dependenz der Hemisphärenmassen, und treten Bündel des Hirnschenkelfusses durch die vordere Abtheilung der Brückenorganisation in das Kleinhirn, wie aus der Dickenabnahme dieser Bahn in der Pyramide erhellt, so wird die Brücke desto höher sein, je mächtiger der Hirnschenkelfuss war, im Gegentheil desto niedriger. Die Brücke ist darum beim Menschen hoch, bei Säugethieren niedrig. Sind tiefere Lagen von Querbündeln in der menschlichen Brücke unabhängig von der Mächtigkeit des Hirnschenkelfusses, so werden diese, wenn durch Unzulänglichkeit des letzteren die Brücke kurz ist, in bestimmter Höhe hinter und neben der Pyramide unbedeckt erscheinen. Dies ist in geringem Masse schon bei Affengehirnen mit schwächerer Grosshirnlappenentwicklung, bei den Halbaffen schon sehr vollständig der Fall, sie werden als Corpus trapezoides an den Säugethierhirnen sichtbar. Wenn dagegen die beim Menschen mächtigere Fortsetzung des Hirnschenkelfusses, die Pyramide, für die Entwicklung ihres Querschnittes im medialen Gebiete der Oblongata Raum beansprucht, so wird sie zugleich die im Säugethiertypus hinter den Pyramiden liegenden Oliven aus dieser medianen Lage nach aussen drängen, und die Oliven werden frei neben den Pyramiden sichtbar werden.

Hiezu wird noch beitragen, dass in geradem Verhältniss zu den Grosshirnlappen die Seitentheile des Kleinhirns wachsen, und dass ein in gleichem Masse zunehmendes Ganglion der Kleinhirnhalbkugeln, der Nucleus dentatus, eine parallele Massenentwickelung mit der unteren Olive einhält. Es wird also auch deren absolute Grösse mit der Entwicklung der Grosshirnlappen wachsen und ihr plastisches Hervortreten an der Oblongata vermehren.

Die Bindearme mit dem obern Marksegel.

Der Ausdruck »Durchflechtung des Projectionssystems durch das Kleinhirn« erschöpft eigentlich die morphologischen Vorgänge nicht, die diesen Abschnitt charakterisiren, denn in Wahrheit ist ein grosser Theil der Bündel, die zwischen denen des Projectionssystems in die Kleinhirnarme einlenken, nicht bloss in der Brücke und obern Oblongatenhälfte demselben beigemengt, sondern im Durchschnitt des Hirnschenkels schon mit eingeschlossen. In erster Linie bezieht sich diess auf den Bindearm, welcher noch weiter höhern Abschnitten des Projectionssystems, dem Mark der Grosshirnlappen selbst schon als ein Stabkranzbündel beigesellt war, bevor seine Bündel im Querschnitte des rothen Kernes der Haube sich gesammelt hatten.

Es handelt sich also wesentlich um eine Lostrennung der Bindearmfasern von dem Projectionssystem, um ein Freiwerden derselben als selbstständige, in das Kleinhirn ziehende Fasermasse, wobei die Bündel dieses Markkörpers die folgenden Phasen der Anordnung durchmachen.

Während die Bindearmbündel im Hirnschenkelgebiete vor dem obern Zweihügel durch feinkörnige graue Bindesubstanz mit zwei Calibern von Nervenzellen (45 μ langen, 15 μ dicken und 15 μ langen, 3 μ dicken) zum rothen Kern auseinandergedrängt waren, wird der Bindearm durch Ausfall der feinkörnigen grauen Masse noch in der unteren Hälfte des obern Zweihügels auf ein reines Markfeld reducirt, das selbstverständlich von geringerem Umfang als der rothe Kern ist.

Dieses Markfeld ist aber nur von der Bindesubstanz des rothen Kernes frei geworden, Nervenkörper enthält es in reichlicher Menge und es sind dieselben auch noch in die nach und aus der Kreuzung führenden Verlaufsstrecken der Bündel des Bindearms eingestreut. Diese Nervenkörper aber zeigen eine auffallende und eigenthümliche Anordnung, indem sie weniger den Nervenbündeln, als den Capillaren und feinsten arteriellen Gefässchen parallel gestellt, ihren Wandungen angeschmiegt, ihren Astwinkeln adäquat gebogen erscheinen, und indem lange starke Fortsätze dieser grossen (45 μ langen und 15 μ dicken) Nervenkörper längs und mit, wahrscheinlich in der Gefässwand weiterlaufen. Dieses Verhalten ist bereits im rothen Kern, darnach aber bis jenseits der Kreuzungsstelle nachzuweisen und erst unterhalb des Vierhügels wird der Bindearm frei von Nervenkörpern. Hier scheinen mitten im Centralorgane die Hirncapillaren gleichsam eine Peripherie für Endigung von Zellfortsätzen darzustellen und es werden weitere Untersuchungen ergeben, ob das Hirnschenkelgebiet des Bindearmverlaufes der einzige Schauplatz eines derartigen Verhältnisses sei.

Das Markfeld des Bindearms rückt sehr nahe an die Raphe, erscheint aber nirgends als reiner Querschnitt, sondern schon in der erwähnten Höhe vor der unteren Hälfte des oberen Zweihügels sind demselben eine grosse Summe von Querlinien beigemengt, in welche Querschnittsantheile des Bindearms umbeugen, um von der rechten auf die linke Seite, und umgekehrt, sich durchkreuzend, überzutreten. Die Kreuzung liegt zwischen dem hinteren Längsbündel und der Schleifenschichte; die übrigen Rückenmarkbündel der Haube hat der Bindearm alle nach aussen von sich hingedrängt. Aus der Kreuzung treten die Bindearmbündel nach aussen bis zur Innenfläche des unteren Schleifenbündels (aus dem untern Zweihügel), welches somit die Bedeckung des gekreuzten Bindearms bildet.

Je mehr die Bindearmkreuzung und die Formirung der g e k r e u z t e n Bindearme (welcher Vorgang in das Gebiet der untern Hälfte des untern Zweihügels und des Trochlearisaustritts fällt) sich vollendet (Fig. 250 und 251 *A*), desto mehr concentrirt sich die Kreuzungsstelle in die vordere Hälfte der hintern Brückenabtheilung. Der beiderseitige Bindearm bildet dabei ein nach

vorne geschlossenes Hufeisen, in dessen hinterer Oeffnung das überwiegende Areal derjenigen Rückenmarksantheile des Haubenquerschnitts eingeschlossen liegt, die den Raum zwischen hinterm Längsbündel und Schleifenschicht ausfüllen. Nur ein schmaler Antheil derselben verbleibt nach vorn von der Bindearmkreuzung zwischen ihr und der Schleifenschicht. Ihre Anordnung ist in diesem Gebiete ganz von dem Vorgang jener Kreuzung beherrscht, durch welche sie durchflochten, verdrängt, und zwar, so lange der Bindearmquerschnitt median liegt, nach aussen, sobald er eine seitliche Lage gewinnt, wieder nach einwärts geschoben werden.

In Fig. 252 zeigt sich eine neue Phase des Bindearmverlaufes. Nach vollendeter Kreuzung, welche wohl nach Stilling's Darstellung als eine totale, nicht wie Arnold noch später behauptete, als blos partielle aufzufassen ist, erhebt sich der Bindearm frei nach aussen und oben aus seiner bisherigen Einbettung in die hintere Abtheilung des Projectionssystems (Fig. 252). Oberhalb der grössten Convexität der Brücke ist er noch von einem nach vorne mächtigen Antheil des tiefliegenden Blattes der Schleife S bedeckt (Fig. 252 [links] *SA*), wird dann gegenüber der grössten Brückenconvexität vollständig frei, ist aber bereits in den Quintusursprungsebenen in die Markmasse des Kleinhirns eingesenkt (Fig. 253 *A*), zunächst von den anderen Armen des Kleinhirns bedeckt, sich weiterhin mit der grauen Substanz des gezackten Kernes verbindend.

Bildete er in seinen freien Verlaufsstrecken die Seitenwand der vierten Gehirnkammer, so ist er von seiner Verschmelzung mit dem Kleinhirnmark an nur ein Bestandtheil des mächtigen Markdaches, mit welchem die untere Kleinhirnfläche den grauen Boden der Rautengrube überwölbt. Auf dem Wege zwischen Vierhügel und Kleinhirn compliciren sich die Bindearme durch Einschliessung des obern M a r k s e g e l s oder der mittlern Hirnklappe (Fig. 250, 252 *V*) nach Burdach's Ausdrucke zum B i n d e s y s t e m e des Kleinhirns. Diese Hirnklappe, die Fortsetzung des Vierhügelbändchens (Frenulum) verdient den Namen eines Processus cerebelli ad corpus quadrigeminum, den man irrthümlicher Weise dem Bindearm beigelegt hatte, was schon Arnold beleuchtete.

In der Substanz der Klappe verweben sich drei Arten von Markbündeln: 1. die Hauptmasse ihres Markes sind die Bündel des Frenulums; 2. im obern Beginn ihres Verlaufes sind diesen Hauptbündeln der Klappe die mächtigen, sich kreuzenden Querbündel der Trochleariswurzel eingeflochten (Fig. 251, 4); 3. schliesst die Hirnklappe auch noch Längsbündel aus dem Oberwurm des Kleinhirns ein, die innerhalb derselben die Mittellinie überschreiten und nahe dem untern Vierhügelrande mit nach oben sehender Convexität umbeugen, um als hinterste Bündel des untern Blattes der Schleife mit letzterm in der hintern Brückenabtheilung nach dem Rückenmark zu verlaufen.

Letztere Verlaufsbündel der Klappe treten entweder als eine so häufige Anomalie auf, dass Hirschfeld durch die Darstellung derselben als reguläre

Bildung in seinen Abbildungen des Gehirnes jedenfalls keinen grossen Fehler begeht, oder sie sind (bei ungleich mächtiger äusserer Ausprägung) wirklich constant.

Da sich ergeben wird, dass gar keine Bündel des Vorderseitenstranges vom Rückenmark direkt aus dem Kleinhirne hervorgehen, wohl aber Bündel des Hinterstranges, so werden die der Hirnklappe angehörigen innersten oder hintersten Bündel des tiefliegenden Blattes der Schleife im Rückenmark wahrscheinlich zu Antheilen des letzteren werden.

Wäre übrigens die Auffassung dieser Bildung als eine sehr häufige Anomalie berechtigt, dann fiele eine solche Verlaufsabweichung des Hinterstrangursprunges aus dem Kleinhirn in Form einer auf eine Strecke weit vom übrigen entsprechenden Hinterstrangsantheil abirrenden Wegschleife noch in eine mit dem wesentlichen Typus harmonirende Breite von Anomalie, während aber ein nur ausnahmsweises Hervorgehen von Vorderseitenstrangsbündeln aus dem Kleinhirn ein wahrhaft atypisches Vorkommniss wäre. Der Bindearm bleibt auf seinem Wege zum Kleinhirn übrigens kein ganz unvermengter Querschnitt, sondern wird in den Ursprungsebenen des Quintus von aus dem Kleinhirn stammenden Antheilen seiner grossen Wurzel durchsetzt (zum Theile bedeckt Fig. 252 und 253 *A' 5 d*), weiter abwärts aber, wie noch zur Sprache kommt, auch von Bündeln des Nervus acusticus, die sogar eine sehr ansehnliche Masse darstellen.

Die Brückenarme mit der Fortsetzung des Hirnschenkelfusses.

So wie die Bündel der Bindearme, so sind auch die der Brückenarme mittelbar schon im Projectionssysteme der Grosshirnlappen vertreten.

Indem die Einstrahlung aus der Grosshirnrinde in den Linsenkern und den geschwänzten Kern mächtiger als der aus ihnen entspringende Hirnschenkelfuss ist, muss man wohl alle Bündel des letztern als eine mittelbare Fortsetzung des Stabkranzes ansehen, einschliesslich derer, welche nicht durch die Pyramide zum Rückenmark gelangen, sondern in der Brücke für das Projectionssystem verloren gehen.

Während der Hirnschenkelfuss durch die Querzüge des Brückenarms (Fig. 250, 252, 254 *Trs*, *Tr O*, *P*) in secundäre Bündel zerfällt, nehmen gleichzeitig deren Durchmesser dadurch ab, dass unter Zerspaltung von Hirnschenkelbündeln in sehr feine Kaliber ein Antheil ihrer Fasern sich mit Endigungszellen von 30 μ Länge und 12 μ Dicke verbindet.

Diese Nervenkörper finden sich aber nicht allein an den Rändern der Durchschnitte secundärer Hirnschenkelbündel, wo diese mit den durchgeflochtenen Bündeln des Brückenarmes augenscheinlich in Contact und Verbindung treten, sondern sie finden sich ausserdem 1. innerhalb des Areals der Hirnschenkeldurchschnitte, was dafür spricht, dass ein inniges Durchdringen von Brückenfasern und Pyramidenfasern im Querschnitt des Hirnschenkelfusses besteht, und 2. innerhalb der reinen Querfaserschichten an der Brückenober-

fläche und in den tiefen Schichten der vordern Brückenabtheilung, wo sie eben nur der Unterbrechung und Vermehrung der Kleinhirnbündel nach irgend einer Richtung hin dienen können.

Wenn man nach dem Anblick des Brückenquerschnitts die Bündel der Brückenarme in 1. oberflächliche, 2. durchflochtene und 3. tiefliegende eintheilt (Fig. 252 und 254 *Trs*, *P*, *Trp*), so wäre man versucht anzunehmen, dass etwa nur die mittlere Kategorie der Brückenquerbündel, die durchflochtenen mittelbare Antheile der Hirnschenkelfasern zum Kleinhirn führe, und namentlich schiene das tiefliegende Stratum ein räthselhaftes, ausser Beziehung zum Projectionssysteme stehendes Commissurengebiet des kleinen Gehirnes. Gewisse Anhaltspunkte nöthigen aber dazu, die einfache Annahme oberflächlicherer und tiefliegender, hintereinanderliegender, gekreuzter Querzüge der Brückenarme aufzugeben und dafür einen verschlungeneren Verlauf derselben anzunehmen, innerhalb welches auch die tiefliegenden Querfaserschichten nur Stücke von Bahnen darstellen, die mit den Bündeln des Projectionssystems durch Zellen verbunden sind. Der in Betracht kommenden Momente sind drei: 1. Die tiefliegende Querfaserschicht beginnt bekanntlich tiefer unten und hört schon höher oben auf, als die oberflächlichen Strata, wesshalb diese am obern und untern Brückenende über der Mittelspalte des Stammes hohl liegen (foramina coeca). Dies lässt sich zwanglos auf eine Abhängigkeit des Vorkommens der tiefen Querfaserschichten von den Endigungen der Hirnschenkelbündel in den Zellen der vordern Brückenabtheilung beziehen, vermöge deren in den obersten Ebenen, wo die Hirnschenkelquerschnitte noch nichts abgegeben haben (Fig. 250), so wie in den untersten Ebenen, wo die Pyramidenquerschnitte schon compact werden, und jene Abgabe aufgehört hat, die von ihr abhängigen tiefen Querbündel fehlen, dagegen in der Mitte der Brückenhöhe, als im Gebiete der reichlichsten Endigung von Hirnschenkelfasern sich zu ihrer grössten Mächtigkeit anhäufen. 2. Sieht man bekanntlich durchflochtene Bündel der einen Seite zu Bündeln der tiefen Querfaserschicht der andern Seite werden, nachdem sie in der Mittellinie eine Strecke weit nach hinten gezogen sind. 3. In allen Querabschnitten mit der tiefen Querfaserschichte finden sich Bündel, die sich um das Convolut der Hirnschenkelquerschnitte, nach aussen convex herumschlagen (Figg. 252 rechts, und 254). Nachdem sie von der Mittellinie her, also aus dem entgegengesetzten Brückenarm zwischen die Längsbündel als durchflochtene Querbündel eingedrungen waren, überschreiten sie als Bündel der tiefen Querfaserschichte in entgegengesetzter Richtung die Mittellinie zum zweiten male, um in den Brückenarm, der sie herführte, zurückzulaufen. Mit dieser Thatsache deckt sich nur folgende Theorie der Verlaufsweise der Brückenarme: Jedes Bündel des Brückenarmes tritt durch die oberflächliche Querbündelschicht über die Mittellinie, durchflicht dann die entgegengesetzten vordern Längsbündel und steht durch graue Substanz mit solchen in Verbindung. Darnach tritt es hinter den Längsbündeln, sie von aussen umgreifend, in die tiefe Querfaserschicht,

setzt noch einmal über die Mittellinie, und läuft durch denselben Brückenarm, der es herführte, wieder in das Kleinhirn zurück. Geht man bei dieser Anschauung vom Projectionssysteme aus, so formulirt sich der Verlauf dahin, dass jedes in der vordern Brückenabtheilung endigende Hirnschenkelbündel durch zwei Bündel des ungleichseitigen Brückenarmes im Kleinhirn vertreten wird, deren eines durch die oberflächliche, das andere durch die tiefe Querfaserschichte der Brücke verläuft. Hiedurch ist jeder Hirnschenkelfuss, sowie durch die Pyramidenkreuzung mit der entgegengesetzten Rückenmarkshälfte, so durch den ungleichseitigen Brückenarm auch mit der entgegengesetzten Kleinhirnhalbkugel verbunden. Bei der constanten Theilnahme des Hirnschenkelfusses an den Atrophien des gleichseitigen Grosshirnlappens vermag vielleicht diese gekreuzte Verbindung des Kleinhirns mit dem Grosshirnlappen die häufige Complication jener Atrophie mit gekreuzter Atrophie der Halbkugeln des Kleinhirns zu erklären.

Die Kleinhirnschenkel mit der Fortsetzung der Haube.

Die Pedunculi cerebelli enthalten die dritte Form von Bündeln, welche in querem Verlaufe die Längsbündel des Projectionssystemes durchflechten. Das Verhältniss des Kleinhirnstieles (oder Kleinhirnschenkels) zum Projectionssystem unterscheidet sich von dem der beiden vorgenannten durchflechtenden Systeme dadurch, dass der Bindearm eine Verbindung zwischen Grosshirnlappen und Kleinhirn darstellt, die das Projectionssystem wirklich nur zu durchflechten scheint, dass der Brückenarm Theile des zweiten Gliedes vom Projectionssystem in das Kleinhirn führte, während der Kleinhirnschenkel einen wesentlichen Zuwachs zum Projectionssysteme und zwar aus dem Kleinhirn zum Hinterstrange des Rückenmarks herbeiführt. Der Querschnitt des Kleinhirnschenkels zerfällt nach STILLING's Unterscheidung in eine äussere und innere Abtheilung. In seinem für die Gehirnanatomie bahnbrechenden, grossartigen Werke über die Varolsbrücke nennt er die äussere Abtheilung (Fig. 257 *MFC*) den Strickkörper (corpus restiforme), ein mächtiges Bündel, dessen Herabtreten aus dem Kleinhirn in die Brückenhöhe zwischen dem Ursprung der obersten und der untersten Facialiswurzeln fällt (Fig. 254 *Cr*, Fig. 255 *St*). Das Corpus trapezoides der Säugethiere und das Stratum zonale, welches die Aussenfläche der Oblongata, insbesondere die untere Olive überzieht, sind die Entbündelungen seiner oberflächlichen Lagen (Figg. 257, 258 *ZZ*).

Die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles tritt ungefähr in derselben Brückenhöhe aus dem Kleinhirn, wie das Corpus restiforme (Figg. 254 *ZC* und 255 *H*) und gestaltet einen, nach innen von dessen ovalem Querschnitt gelegenen vierseitigen Querschnitt aus feinen Bündeln (Fig. 257 *SFC*). Mit Unrecht bezeichnete STILLING diese innere Abtheilung des Kleinhirnstieles als den Ursprung des zarten und Keilstranges. Denn ihre ersichtlich unmittelbar aus

dem Kleinhirn (Fig. 254 und 255) herabgestiegenen Bündel sind eine weit unmächtigere, und, als kleine, in diffuse graue Substanz mit sehr grossen Nervenkörpern eingebettete Querschnitte (Fig. 257 *SFC*) eine der Anordnung in den Keil- und zarten Strängen (Fig. 258 *SFC*) ganz unähnliche Formation. Neben den innen geflechtartigen, aussen compacten, durch die eingeschlossenen beiden Kernmassen aufgeblähten Querschnitten dieser bleibt sie, zwar nach unten zu fortwährend abnehmend, aber doch gesondert, erkennbar. Wenn demnach Deiters einerseits nicht berechtigt ist, jene Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zu leugnen, die gerade aus dem Kleinhirn entspringen, so mögen sie andererseits allerdings nicht bis zum Hinterstrang des Rückenmarkes gelangen, sondern schon oberhalb des Centralcanals der Oblongata als Fibrae arcuatae in die Oblongata übergehen. Jedenfalls schiebt sich während ihres Verlaufes zwischen sie und den Strickkörper jene Strangformation ein, welche unter Einschluss der sie plastisch zum Keilstrange und zarten Strange aufblähenden Kerne wirklich in den Hinterstrang übergeht. Dass diese letztern, nach unten zunehmenden Markstränge die gekreuzte Fortsetzung des in demselben Masse sich erschöpfenden Strickkörpers sind, wird nachfolgend dargethan werden.

In der Masse des Kleinhirnschenkels, der von aussen gesehen continuirlich mit dem Hinterstrang erscheint, sind demnach 1. der Strickkörper, 2. die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles, 3. der Keilstrang und der zarte Strang zu sondern.

Ihr vollzähliges Nebeneinander fällt in die, zwischen den abgebildeten Querschnittebenen (Figg. 257 und 258) liegende Verlaufshöhe der Oblongata.

Das hintere Querschnittsfeld des Projectionssystemes.

Der Beschreibung jener Durchflechtung, welche von den an beiden Seiten des Projectionssystemes gelagerten Kleinhirnschenkeln aus das letztere durchgreift, muss eine Orientirung über das musivische Nebeneinander des ersteren vorangehen, wie es sich in verschiedenen Höhen gestaltet.

Nachdem dieses Querschnittfeld in dem obersten Drittheil der Brückenhöhe von der Durchflechtung des Bindearmes freigeworden war, wo derselbe sich zur Aussenfläche der hintern Brückenabtheilung als die Seitenwand der Rautengrube erhebt (Fig. 252 *A*), gesellen sich dem (zugleich mit dem Hirnschenkel geschilderten) Antheil der hintern Brückenabtheilung, welcher den Haubenursprung des Vorderseitenstranges vom Rückenmark darstellt, im Weiterverlaufe noch hinzu: 1. der Querschnitt des Schleifenantheils aus dem untern Zweihügel, der »Fuss der Schleife« (Fig. 252 u. 253 *S*), 2. der Querschnitt der aufsteigenden Quintuswurzel (Figg. 253 *Q*, 254, 257, 258 *S*), 3. der eben beschriebene Kleinhirnschenkel.

Der Haubenursprung des Vorderseitenstranges lässt nach zwei verschiedenen Richtungen differente Felder unterscheiden, und zwar hintereinander vom grauen Boden aus 1. das hintere Längsbündel, 2. das

(mittlere) motorische Feld, 3. die Schleifenschichte (Reichert). Ferner nebeneinander 1. die Gegend des Vorderstranges, als das neben der Raphe liegende Gebiet, das in der Brücke durch die Wurzeln des Nerv. abducens, in der Oblongata durch die Hypoglossuswurzeln eine seitliche Gränze bekommt; 2. die Gegend des Seitenstranges von dieser Gränze bis zur aufsteigenden Quintuswurzel, in der also der Fuss der Schleife eingeschlossen ist (Stilling).



Fig. 252. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Höhen ihrer grössten Convexität. Die linke Hälfte fällt über, die rechte Hälfte in die Ursprungsebenen der motorischen Quintuswurzel. *V* das obere Marksegel mit dem Züngelchen über dem 4. Ventrikel, der sich nach unten zu (also rechts) erweitert. *A* der Querschnitt des Bindearmes in der Seitenwand der 4. Kammer. *L* das hintere Längsbündel unter dem Boden der 4. Kammer. *S* das untere Blatt der Schleife, links noch den Bindearm bedeckend, rechts ein kreisförmiger, die gelatinöse Substanz (*S*) umgebender Markquerschnitt. *FM* das motorische Feld der hintern Brückenabtheilung. *S'* die Schleifenschicht Reichert's. *Br* der Brückenarm, (*Tp*) seine tiefen, (*Ts*) seine oberflächlichen Querbündel. *P* die Querschnitte des Hirnschenkelfusses. 5*m* der Ursprungskern der motorischen Quintuswurzeln, die nach aussen den Brückenarm durchsetzen (5). *F* substantia ferruginea anterior. 5*b*, 5*b* Bündel, welche aus der Substantia ferruginea, das hintere Längsbündel (*L*) durchflechtend und umgebend, quer über die Raphe treten, um rechts nach aussen vom hintern Längsbündel die innere Partie absteigender Quintuswurzeln zu formiren. Denselben gesellen sich, rechts den Innenrand des hintern Längsbündels umgreifend, Fibrae rectae der Raphe zu. 5*c* die äussere Partie der absteigenden Quintuswurzeln. 5*d* Antheile der grossen Quintuswurzel, die sich um den Bindearm schlagen. *R* die Raphe.

Das hintere Längsbündel, welches in einem (an durchsichtigen Längsabschnitten aus dem Gehirnstamme ersichtlichen) continuirlichem Verlaufe durch das verlängerte Mark hindurch in die hintersten Bündel des Rückenmarkvorderstranges sich fortsetzt, sowie die Schleifenschicht verdanken ihr compactes, optisch abgehobenes Ansehen dem schon in den obersten Höhen des Hirnstammes mächtigeren Caliber ihrer Markfasern. Die

übrigen Areale des fortgesetzten Haubengebietes gewinnen diese optische Compactheit erst weiter abwärts. Nach der Voraussetzung von Deiters kommt die Veränderung des Calibers immer erst jenseits der Einfügung von Nervenzellen in den Faserverlauf zu Stande.

Das Fortschreiten zu stärkern Calibern hält die Ordnung ein, dass in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis die dem hintern Längsbündel und der Schleifenschicht anliegenden Theile der Vorderstränge fortschreitend compacter werden, und in den obersten Querschnittebenen der Oblongata bereits die ganzen Vorderstränge gleichmässig dicht erscheinen, während die Seitenstränge in der Mitte ihrer Breite erst am meisten nach abwärts das gleiche markige Ansehen erlangen.

Der Fuss der Schleife aus dem untern Zweihügel sammelt die Bündel dieses Markfächers in einen bis in die Facialisebenen beinahe ringförmigen Querschnitt (Figg. 252, 253 *S*), der eine compacte Masse von Zellen eines Calibers einschliesst, wie sie schon zwischen den Bündeln der Schleife, während sie noch den Bindearm bedeckt, zu finden sind. Diese Zellen mit Stilling gelatinöse Substanz zu nennen, verbietet ihr die Elemente der letztern bedeutend übertreffendes Caliber von 30 μ Länge und 12 μ Dicke.

Von den obersten Ursprungsebenen des Nerv. facialis an ist der Fuss der Schleife nicht mehr durch den Einschluss jener compacten Masse von Nervenkörpern kenntlich, und enthält deren nur mehr eine diffuse Einstreuung. Doch ist er im weitern Verlaufe keineswegs, wie ich früher annahm, dem Querschnitt der aufsteigenden Quintuswurzeln beigemengt (Fig. 253 rechts *Q*, Figg. 254, 257, 258 *S*), sondern Querabschnitte aus Oblongaten, an welchen die Fortsetzung der untern Zweihügelschleife gelungen abpräparirt war, beweisen, dass der Fuss der Schleife sich als das äusserste Bündel des Seitenstranges bis in das Rückenmark erstreckt (Stilling) und in Brücke und Oblongata zuerst den Facialiswurzeln (Fig. 254), unterhalb deren aber unmittelbar dem Durchschnitt der aufsteigenden Quintuswurzel anliegt. Indem der Querschnitt dieser Wurzel die mit dem Kopfe des Rückenmarkhinterhornes continuirliche gelatinöse Substanz einschliesst, in deren Zellen er sich verliert, so liegt die Fortsetzung des Schleifenfusses im Rückenmarke dem Kopfe des Hinterhornes an. Am untersten Ende der Oblongata lässt sich eminent beobachten, wie letzterer seine frühere Umgebung durch Quintuswurzeln mit der durch das ganze Rückenmark bleibenden Nachbarschaft des Seiten- und Hinterstranges vertauscht, weil der feinfaserige Quintusdurchschnitt sich in seiner Markarmuth von der Weisse der Stränge immer deutlich (dunkel) abhebt.

Genetisch entsteht die vordere Umgebung des Hinterhornes (hinterer Theil des Seitenstranges) aus einer mit dem Hinterstrang des Rückenmarkes einheitlichen Keimmasse und wird physiologisch mit zu den centripetalleitenden Bahnen gerechnet. Nehmen vielleicht an der Bildung dieses mit dem Hinterstrang gleichartigen Gebietes nur jene Bündel des Fusses der Schleife Theil, die durch die Bahn der Hirnklappe aus dem kleinen Gehirn hervorgegangen sind? (pag. 756).

In diesem Falle würde der gesammte aus dem Vierhügel zum Rückenmark gelangende Ursprungsantheil der Schleifenschicht den centrifugalen Bahnen angehören.

Nach einwärts vom Fusse der Schleife und hinter der Schleifenschichte, die derselben durch eine leichte Convexität ihres Contours ausbeugt, findet sich die obere Olive Schröder v. d. kolk's (Figg. 253, 254, 255, 256 *O*), im menschlichen Gehirne von Stilling als Nebenmasse seines untern Trigeminuskernes aufgeführt, von Deiters aber auch beim Menschen mit richtiger Bezeichnung erwähnt. Sie erstreckt sich von den obersten Facialiswurzeln an bis zum untern Rande der menschlichen Brücke, bei Thieren bis zu dem des Corpus trapezoides. Im Gehirne von Cercocebus cinomolgus fand ich sie 2,5 Mm. lang. Beim Menschen von verschwommener Gestaltung, zeigt sie sich z. B. beim Hunde schön ausgeprägt, aus einer unter Undulationen U förmigen äussern Hauptmasse und einer im Querschnitt gestreckt ovalen innern obern Nebenolive bestehend. An einem ausgezeichneten Längsabschnitte des Affengehirnes von der Hand des Herrn Prosectors in Upsala Dr. Clason überzeuge ich mich, dass die obere Olive von Bündeln der Haubenfortsetzung in der hintern Brückenabtheilung durchsetzt wird, welche mit ihren schlanken (30 μ langen, 6—9 μ dicken) Zellen zusammenhängen und im Querschnittmosaik ihren Platz hinter der Schleifenschicht, innen vom Fusse der Schleife finden.

Die untere Olive, der obern Hälfte der Oblongata angehörig, erreicht beim Menschen durch Ausdehnung und dichte Schlängelung ihres Nucleus dentatus die höchste Entwicklung, so dass Schröder v. d. kolk irrthümlicher Weise die obere und untere Olive der Säugethiere in der untern des Menschen verschmolzen glaubte. Mit ihrer geweblichen Zusammensetzung aus feinkörniger grauer Bindesubstanz und vielstrahligen Nervenkörpern von 24 μ Länge und 9—12 μ Dicke stimmen die sogenannten Nebenoliven (äussere und innere) vollkommen überein, und sind vielleicht keine vom Nucleus dentatus wirklich getrennten Massen, sondern nur die äussere Umkrämpung seines nach hinten und innen in dem sogenannten Hilus sich öffnenden Blattes. Die selbständige Trennung dieser Massen wäre dann streckenweise von der reichern Durchsetzung mit transversalen Markbündeln vorgespiegelt. Reichert gab sich nach dem macroscopischen Ansehen des Oblongatenquerschnittes der gewagten Auffassung hin, dass die Nebenoliven Durchschnitte von Blutgerinnungen in kleinen Gefässen seien, welche durch Chromsäurebehandlung ins Graue entfärbt würden. Die untere Olive liegt ihrem Verhältniss zu den Längsbündeln der Haube nach weiter vorne als die obere, sie ist in die mittlere Breite des Markes der Schleifenschicht eingebettet (Olivenstrang Burdachs), dessen Bündel in longitudinalen Spirallinien, leicht nach einwärts und hinten gekrümmt, in den Nucleus dentatus einbrechen, mit seinen Zellen zusammenhängen und die longitudinalen Antheile des den Inhalt der Olivenhöhlung darstellenden Markes bilden. An Clason's schönen Längsabschnitten aus dem

Affengehirn habe ich mich hiervon zweifellos überzeugt. Auch Deiters hat die Oliven als mit den Rückenmarksträngen verbunden aufgefasst.

Durch die Plastik der Olive werden auch solche benachbarte Bündel der Schleifenschicht, welche nicht in sie eingehen, sondern sie blos bedecken, als Hülsenstränge Burdach's convex emporgehoben, deren Beziehung zu ihr äusserlich und unwesentlich, deren Vorkommen und Mächtigkeit dem Wechsel unterworfen ist.

Ausser diesen abgeschlossenen Formen grauer Substanz, den Oliven und ausser den in ersichtlichem Zusammenhang mit Gehirnnervenwurzeln stehenden, weiter unten als deren Kerne namhaft zu machenden Anhäufungen, schliesst die hintere Brückenabtheilung in ihrem motorischen Felde noch Nervenkörper von kleinern und grössern Calibern in zerstreuter Anordnung und von ersichtlicher Beziehung zu den Durchflechtungen des Kleinhirnstieles ein.

Die kleinern Caliber (von 24—33 μ Länge und 9—12 μ Dicke) der zerstreuten Formationen gehören wesentlich der Brückenhöhe unterhalb der Bindearmkreuzung bis zu den Ursprungsebenen des Nerv. facialis an (Figg. 252, 253 *MF*, *m*) und stellen dort sehr zahlreiche Nester zwischen den Markquerschnitten des motorischen Feldes, am dichtesten in der Schleifenschichte dar.

In der untern Hälfte der Brücke beschränken sich diese Nester auf den Quintusquerschnitt, in welchen sie wohl von den durchtretenden Querbündeln eingeschleppt werden, ja mit diesen auch inmitten der gelatinösen Substanz als ein ihr fremdartiges Caliber auftauchen.

In der Oblongata und zwar im Vagusgebiet tauchen dieselben Nesterbildungen in den Seitensträngen wieder auf, einmal als eine mächtigere, innen von der Schleifenschichte gelegene Abtheilung, Kern der Seitenstränge (Stilling, Clarke, Deiters), und dann in kleineren Nestern, die hinter der Olive weiter nach innen gerückt sind.

Die grossen Caliber der zerstreuten Nervenkörper des motorischen Feldes (von 60 μ Länge und 15 μ Dicke) kommen in der Brückenhöhe der mehr kleinzelligen Nester äusserst sparsam, in kaum nennenswerther Menge vor, sie werden erst zahlreich in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis und durchgreifen, nach abwärts sich verbreitend, den ganzen eben in Rede stehenden Abschnitt des verlängerten Markes.

Aber auch innerhalb dieser Verbreitungshöhe kommen die grossen Nervenkörper nicht allen Regionen des Querschnittes in gleicher Dichte zu. So wie die Höhe ihres Vorkommens gerade die Höhe des gehäuftesten Vorkommens motorischer Nervenkerne (Facialis, Abducens, Hypoglossus, Vagus und Accessorius) ist, so finden sie sich andererseits auch hier am dichtesten in der Nähe des grauen Bodens und in den Seitensträngen, dem Sitze dieser Nervenkerne. Deiters sprach daher gewiss nicht ohne Berechtigung die Meinung aus, dass ausser den compacten Kernen der Nervenursprünge auch noch die zerstreute Formation der Nervenkörper nicht ausser Beziehung zu letzteren stehe. Hierüber wird noch ferner gesprochen werden.

Das System der Fibrae arcuatae (ersichtlich in den Figg. 252—258 *MFE*, *MFI*, *MF*, in *FM*, *VS* und unter *ar*, *a*, *AS*, *Am*) tritt auf den ersten Blick als der kennzeichnende Gewebsfactor in dem Abschnitt der hintern Bahn des Hirnstammes entgegen, der vom Abschluss der Bindearmkreuzung bis zum Ende der untern Olive herabreicht. Die grösste Anzahl dieser Querbündel ist aber an der Durchflechtung des Projectionssystemes durch den Kleinhirnschenkel als Emissäre des letztern betheiligt. Der Rest geht von den Ursprungsmassen der unten zu besprechenden Gehirnnervenwurzeln aus. Welchen Verlauf die in Rede stehende Durchflechtung nimmt, kann noch nicht für alle Gebiete derselben dargelegt werden, und erhellt begreiflicherweise am wenigsten für die Querschnitthöhen durch die grösste Brückenconvexität und durch den Quintusursprung (Fig. 252 und 253), in welchen der Durchschnitt des Kleinhirnschenkels noch nicht sichtbar ist, durch den sich weiter unten die Orientirung über die Verlaufsenden der Fibrae arcuatae ermöglicht. Nennen wir dieses unklare Gebiet die

1. oder obere Form der Durchflechtung. Gewiss ist es, dass die fibrae arcuatae hier mit den Nestern des kleinern Calibers von Nervenkörpern und durch diese mit den Projectionsbündeln (Vorderseitenstrang des Rückenmarkes) zusammenhängen. Wahrscheinlich gehen aber die hinteren Abtheilungen dieser Fibrae arcuatae durch einen innen vom Bindearm nach rückwärts gewendeten Verlauf (Fig. 252 links) in das Kleinhirn über und andererseits lässt die Neigung ihrer innern Enden nach vorne vermuthen, dass sie jenseits der Raphe in die vorderen Fibrae arcuatae übergehen, welche, wie sich weiter zeigen wird, immer mit dem Querschnitt des Strickkörpers verbunden sind.

2. Die mittlere Form der Durchflechtung schliesst den gezackten Kern der obern Olive ein, der durch solche quere Markstreifung ein wurmartiges Ansehen erhält (Figg. 256, 253, 254, 255 *o*).

Die Querbündel, welche in den Ursprungsebenen des Nerv. facialis beim Menschen unmittelbar hinter der tiefen Querfaserschichte der Brücke aus dem Corpus restiforme hervortreten, theils vor dem Quintusdurchschnitt, theils durch denselben weiter ziehen und unter Durchflechtung der Schleifenschicht die Raphe erreichen (Fig. 254 *cr* durch *S* bis *R*), sind mit den Bündeln des Corpus trapezoides identisch (Deiters), die bei Thieren wegen Kürze der Brücke neben dem Pyramidendurchschnitt frei zu Tage liegen (Fig. 256 *T*, 255 *St*, *Rs*). Nachdem dieselben sich in der Mittelnaht der hintern Bahn des Hirnstammes gekreuzt, laufen sie hinter dem Trapezkörper der andern Seite wieder nach aussen und erreichen die obere Olive (Fig. 255 *N—O*, Figg. 254 und 256 *R—O*). Durch spirale Umwicklung der Oberfläche dieses Centrums tragen sie zur Bildung einer Markkapsel desselben bei (Figg. 255, 256 *O*) und treten mittelst querer Durchsetzung in seine graue Substanz ein, wo sie sich wohl mit deren Nervenkörpern verbinden. Ausser dieser gekreuzten Verbindung mit dem Strickkörper ist der gezackte Kern der obern Olive noch direct

mit dem kleinen Gehirne verbunden durch gerade nach rückwärts die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles durchsetzende Bündel, die aus ihrer Markkapsel hervorgehen und bei Thieren ihrer Mächtigkeit wegen nicht übersehen werden können (Fig. 256 *kl*). Sie sind wohl als die nach verwickelten Bahnen um und durch die Olive austretende Fortsetzung der eintretenden Bündel des Strickkörpers zu betrachten.

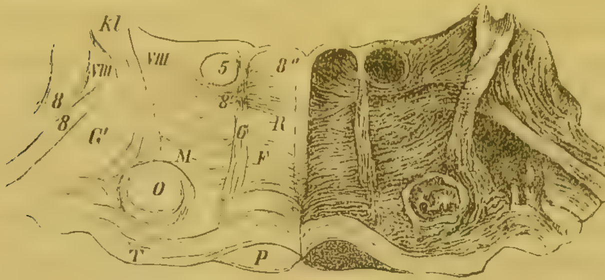


Fig. 256*. Durchsichtiger Querabschnitt aus den Acusticusursprungsebenen der Oblongata von Hypsiprimnus murinus. *VIII* Acusticuskern. *P* Pyramide. *MF* Motorisches Querschnittsfeld der hintern Abtheilung der Oblongata. *R* Raphe. *G'* Gelatinöse Substanz. *O* obere Olive. *Kl* innere Abtheilung des Kleinhirnstieles. *T* corpus trapezoides. 5 Facialisknie. 6 nerv. abducens. 8 Acusticuswurzel. 8' Bündel aus den Acusticuskernen, welche sich im Querschnitte des hintern Längsbündels 8'' verlieren.

Dass im Voranstehenden die Kenntniss der Verbindungen der obern Olive erschöpft sei, nehme ich nicht an. Man sieht insbesondere aus der Gegend des trapezoiden Körpers zarte Bündel zum Aussenrande des gleichseitigen Nucleus dentatus superior ansteigen, die jedenfalls kein Glied der angegebenen Verlaufskette bilden, und die sich nicht einmal mit voller Sicherheit aus dem Strickkörper herleiten lassen.

3. Die untere Form der Durchflechtung des Kleinhirnstieles schliesst die untere Olive ein (Figg. 257, 258). Die Verhältnisse der ganzen Verbindung liegen nicht so klar vor Augen, als die von mir eben über den Bezirk der oberen Olive entwickelten Thatsachen. Ich sehe daher einen wahren Massstab für den ihn zum Forscher stempelnden Weitblick Otto Deiters darin, dass er hier einen überraschenden Zusammenhang durchschaute, den man in seinen Grundzügen bei noch so kritischer Erwägung und mancher Modification nothwendig als den Schlüssel zum Verständniss anerkennen muss. Schon Stilling, Lenhossek und Schröder hatten, und mit noch erschöpfenderer Treue hatte Clarke den Verlauf der Fibrae arcuatae in ihren hoch- und tiefliegenden Abtheilungen, ihre Verbindung theils mit der äussern, theils mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles, sowie deren Durchlaufen durch die Olive beschrieben.

Dass aber der Strickkörper mit den vordern Abtheilungen der Fibrae arcuatae und die in den Hinterstrang des Rückenmarkes übergehenden Keil- und zarten Stränge mit deren hinteren Abtheilungen Stücke einer und derselben mit den Oliven zusammenhängenden Leitungsbahn sein könnten, erwogen die Untersucher vor Deiters nicht, und Lenhossek hat in der An-

* Indem die Darstellung anatomischen Systemen, nicht den Querschnittshöhen folgt, sind die Figg. 256 und 257 aus der Reihenfolge, die sie innerhalb letzterer einnehmen sollten, herausgehoben. Um aber den Leser über die Aufeinanderfolge der Querschnitte von oben nach unten orientirt zu halten, sind die Figuren in der Ordnung dieser Aufeinanderfolge numerirt.

nahme einer durch die Querbündel gebildeten, dem Balken analogen Oliven-commissur recht eigens die Bezuglosigkeit z. B. der vorderen dieser Querbündel auf andere desselben Systemes betont.



Fig. 257. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Oblongata in der Höhe der obersten Vaguswurzeln. *VIII* bis X^3 das Durchschnittsfeld des grauen Bodens. *P* Pyramide. *O* untere Olive mit Z, dem stratum zonale. *MFC* die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (corpus restiforme). *SFC* die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles. *Oi Oe* innere und äussere Nebenolive. *R* Raphe. *MFJ* innere Abtheilung des motorischen Feldes (Vorderstrang). *MFE* Aeussere Abtheilung des motorischen Feldes (Seitenstrang). *G* die gelatinöse Substanz. *S* Bündel in der gelatinösen Substanz und um dieselbe, welche die aufsteigenden Quintuswurzeln sind. *As* fibrae arcuatae, welche mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängen. *Am* fibrae arcuatae, welche mit der äussern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängen. *XII* die Hypoglossuswurzeln. *X* die gelatinöse Substanz durchsetzendes Stämmchen der Vaguswurzel. Das *X* unter dem grauen Boden zeigt Antheile desselben, die im Anschluss an die Hypoglossuswurzel aus der Raphe hervortreten. X^1 Bündel aus der hintern Ursprungssäule des Vagus. X^2 der vordere Vaguskern mit in das Vagusstämmchen unter dem grauen Boden umbeugenden Bündeln. X^4 Bündel, welche aus der Raphe hervorgehend unter dem Epitel des grauen Bodens um und durch die eminentia teres laufen. X^3 medialer Kern. *VIII* dem nervus acusticus angehörige Bündel (Clarke).

Der Umstand aber, dass von oben nach unten der Strickkörper, die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (Fig. 257 *MFC*, in Fig. 258 die hinter *S* liegende Fortsetzung von *Z*) sich in dem Maasse erschöpft und verschwindet, als der Querschnitt der Keil- und zarten Stränge, der Hinterstrang

(Fig. 258 *II* d. i. *Cn* + *Gr*) heranwächst, berechtigt, er nöthigt zu der Anschauung, dass in diesen beiden Querschnittsarealen Verlaufsabschnitte einer zusammenhängenden Bahn, eine gekreuzte Ursprungsweise des Hinterstranges aus dem kleinen Gehirne vorliegen. Die Anschauung von DEITERS als wesentlichen Grundgedanken beibehaltend, erschien mir folgendes Bild dieses Zusammenhanges berechtigt.

Es gibt zwei Verlaufsweisen dieser Ursprungsbündel des Hinterstranges im verlängerten Marke.

1. Die äussern und mittlern, aus dem Strickkörper stammenden Fibrae arcuatae sind analog dem Corpus trapezoides der obern Olive. Aus dem Kleinhirn entsprungen, bedecken sie einerseits den Quintusquerschnitt (*S*) und die Olive als Stratum zonale, andererseits durchbrechen sie den Quintusquerschnitt sowohl als die Olive, ohne jedoch mit den Nervenkörpern der Olive zusammenzuhängen. Dabei schliessen sie aber als Querbündel innerhalb des Quintusquerschnittes kleine Nervenkörper ein und hängen mit den Nestern des motorischen Feldes (Kern des Seitenstranges) zusammen.

Diese vom Strickkörper ausgegangenen Fibrae arcuatae überschreiten die Mittellinie (theils vor, theils aus dem Hilus der Olive laufend) und treten in den gegenüberstehenden Hilus der anderen Olive ein, um mit deren Nervenkörpern sich zu verbinden. Die gekreuzte Verbindung der Strickkörper mit den Oliven wurde von DEITERS auf die Thatsache hin angenommen, dass beide Oliven neben solchen Fibrae arcuatae, die sich in Zupfpräparaten als mit ihren Zellen verbunden nachweisen lassen, auch in einfachem Durchzug begriffene Bogenbündel enthalten. Es spricht dafür aber auch die pathologisch anatomische Thatsache, dass Atrophie einer Kleinhirnhälfte immer mit Atrophie der entgegengesetzten untern Olive zusammentrifft. Aus den Zellen der Olive setzen sich die (mehr hinteren) Fibrae arcuatae zu den (ihrem Kleinhirnursprung entgegengesetzten) Keil- und zarten Strängen fort, nach Durchflechtung ihrer Kerne in deren Querschnitte umbeugend. Sie vermehren die Masse derselben nach und nach so sehr, dass dieselbe hinter dem centralen Höhlengrau von beiden Seiten her bis zur medianen Berührung unter Begränzung einer Hinterspalte aneinander rückt (Fig. 258 *Gr*).

2. Die hintersten der Fibrae arcuatae, die so in den Hinterstrang übergehen, können ersichtlich nicht mit der ihrem Hinterstrang gleichseitigen Olive verbunden sein, weil ihr ganzes Verlaufsstück von der Raphe bis zu jenem hinter der Olive liegt. Es sprechen aber Umstände dafür, dass diese hintern Fibrae arcuatae jenseits der Raphe die andere Olive durchsetzt haben. Sie treten nämlich nicht quer über die Raphe, sondern ihr Herübergelangen aus der andern Oblongatenhälfte in einen der Hinterstränge umfasst lange, von vorne nach hinten beschriebene Wege, welche sie theils innerhalb der Raphe als Fibrae rectae (Fig. 258 *R*), theils vor Ueberschreitung der Mittellinie innerhalb des Vorderstrangdurchschnittes in radiär von vorne und aussen

zur Raphe gewendeten Richtungen durchmessen, so dass sie in ihrem gekreuzten Herkommen wohl den Bezirk der Oliven passirt haben. Vornehmlich diese Abtheilung der Fibrae arcuatae steht mit der Formation grosser, zerstreuter Zellen des motorischen Feldes in Verbindung. Es dürften somit die hintersten Fibrae arcuatae, die der Strickkörper entsendet, die ihm gleichseitige Olive durchsetzen, und, jenseits der Raphe hinter der Olive verlaufend, nach Verknüpfung mit den grossen zerstreuten Zellen in den Hinterstrang übergehen.

In den Querschnitt des Hinterstranges eingetreten, finden diese gesammten Bündel eine neue Gliederung in Zellhaufen, die geflechtartig von jenen eingeschlossen, zu einem eigenthümlich geflammten Ansehen des Querschnittes führen, und sich unterhalb der Rautengrube zu zwei nach vorn verschmolzenen Gruppen sondern: dem Kern des Keilstranges und des zarten Stranges (Fig. 258 *Cn*, *Gr*). Deren Zellen sind überwiegend klein (24 μ lang, 6—9 μ breit), nur ein wohlunterscheidbarer Halbkreis äusserster, hinterster Zellengruppen im Keilstrange besteht aus grössern (30—36 μ langen, 15 μ dicken) Nervenkörpern.

Die geschilderte mehrfache Verlaufsweise der Fibrae transversae aus dem Kleinhirnschenkel setzt dieselben auch in ersichtlichen Bezug zu den in der Bahn der Haube herabsteigenden Projectionsbündeln. Es scheint sich keineswegs um ein wirkungsloses Nebeneinander beider Systeme zu handeln, denn sie finden ihre Verknüpfung durch die genannten Nester der kleinen Zellen, durch die Oliven und vielleicht auch durch die zerstreuten grossen Zellen.

Die Bezüge, welche die Durchflechtungen oberhalb der obern Olive und im Gebiete derselben zu den Rückenmarksbündeln haben können, lassen sich wohl kaum ermessen, da vielleicht das morphologische Bild selbst noch allzu lückenhaft ist, oder, wäre dies abgeschlossen, diese Bahnen eben ihre beiden Endpunkte im Kleinhirn fänden, welche Verbindung uns kein Licht auf die obwaltenden Leitungsrichtungen wirft.

Dagegen kennzeichnen sich uns die durchflechtenden Bündel in der Oblongata, in den Hinterstrang übergehend, als eine centripetale Bahn und ihre Verbindung mit den jenseits der Raphe liegenden Nestern (Kerne des Seitenstranges) würde bestimmte Rückenmarksbündel der Haube hier gekreuzten reflectorischen Einwirkungen unterwerfen, wie dieselbe Bahn wahrscheinlich schon in ihren Ursprungsganglien, und dann im Hirnschenkel vom Quintus aus solchen Wirkungen zugänglich wurde.

Nicht minder lässt sich daran denken, dass bestimmte Bündel des Projectionssystems, die aus dem Hirnschenkel erweislich in die Oliven eingehen, durch deren Zellen auch in das Rückenmark oder auf noch aufzufindenden Wegen zu motorischen Ursprungsmassen von Gehirnnerven fortgesetzt werden. Deiters betrachtet zwar die mit der Olive verbundenen longitudinalen Hirnschenkelbündel als eine Fortsetzung der Hinterstränge zum Grosshirn. Doch ist eine solche Annahme vom morphologischen Standpunkt keineswegs ansprechend, indem (pag. 763) die in die Olive eintretenden Bündel der Haubenbahn mitten aus Arealen hervorgehen, die als Schleifenschicht und motorisches Feld in den Vorderseitenstrang des Rückenmarkes übergehen. Es müsste also wohl der Gedanke einer räumlichen Auseinanderhaltung der centrifugalen und centripetalen Leitungsbahnen im Mosaik des Quer-

schnittes ganz fallen gelassen werden, um die Beziehung der untern Olive zum Projectionssysteme im Sinne von Deiters zuzulassen, welcher Entschluss allerdings zwingenderer Gründe bedarf, als der bis heute für jene Annahme beigebrachten. Ueber die mögliche Bedeutung der grossen zerstreuten Zellen wird noch gesprochen werden.

Ursprung des V. bis XII. Hirnnervenpaares.

Das Hirnschenkelsystem wird innerhalb des Durchflechtungsgebietes der Kleinhirnarme um diejenigen Bündelantheile vermindert, welche, die Muskulatur und die empfindenden Oberflächen des Kopfes vertretend, ihre Endigungshöhe schon in dem centralen Höhlengrau dieser Gehirnabtheilung erreichen. Ihre Endigungsmassen dienen (unter Vermehrung der Bündel) zugleich zum Ursprung ihres zugehörigen 3. Projectionsgliedes, der Gehirnnerven nämlich, was schon bezüglich des Oculomotorio-Trochleariskernes erörtert wurde.

So wie den Strangtheilen des Hirnschenkels, die zum Rückenmark werden, so wird auch den Strangtheilen desselben, welche die Gehirnnerven vertreten, eine Duplicität des Verlaufes in der vordern und hintern Bahn des Hirnstammes für die Beziehungen zum Bewusstsein einerseits, für die reflectorischen Beziehungen andererseits zukommen.

Die Areale im Mosaik des Querschnittes, welche hier den Hirnnerven angehören, sind wohl noch unbekannt, und nur, soweit man für die Bahn des Hirnschenkelfusses mit Bestimmtheit eine gekreuzte Leitung anzunehmen hat, und sich überzeugt, dass diese Kreuzung von geraden Fasern der Raphe vollzogen wird, kann man gewiss sein, dass die betreffenden Strangtheile vor dem Eintritt in die Raphe innerste Bündel der vordern Längsbündel der Brücke und der Pyramiden sind, es vielleicht auch schon seit ihrem Herabsteigen im Hirnschenkel waren (pag. 729, Hirnschenkelschlinge).

Indem aber für die reflectorischen Beziehungen gekreuzte Formen der Wirkung nicht durchwegs vorausgesetzt werden dürfen, fehlt für die Localisation von Gehirnnervensträngen innerhalb des Areales der hinteren Abtheilung von Brücke und Oblongata auch dieser Anhaltspunkt, und die Annahme Schröders v. d. Kolk, es handle sich um das zwischen Raphe und Hypoglossus liegende Querschnittareal, findet keine Stütze in Verlaufsthatsachen, eher noch in der nicht abzuweisenden Verkürzung dieses Areals nach abwärts. Besser aber, als die Form der Endigung dieser Hirnschenkelantheile kennen wir die durch gleichörtlichen Ursprung der Hirnnerven gekennzeichneten Stellen ihrer Endigung im centralen Höhlengrau.

Ein grosser Theil dieser sogenannten Nervenkerne, deren Bezug zu den Wurzeln durch Stillings grosses Verdienst aufgedeckt wurde, gehört dem grauen Boden der Rautengrube an, welcher durch das plastische Hervortreten derselben, unter Markirung trennender Furchen, eine höchst augenfällige Felderüng gewinnt. Durch die Convergenz der Bindearme nach oben, und der zarten Stränge nach unten, mit den rhombischen Seitenwänden

versehen, zerfällt er durch die Mittelfurche der Schreibfeder in zwei symmetrisch seitliche, und durch die Striae medullares (oder, wenn sie fehlen, durch eine beide Nervi acustici verbindende imaginäre Linie) in obere und untere Hälften.

Die obere Enge der Rautengrube zeigt im allmäligen Erweitern neben den schon dem Aquaeductus angehörigen Eminentiae teretes eine seitlich als scharfer Winkel zwischen Boden und Seitenwand hineingezogene Grube, durch deren Ependym die dunklen Zellen der Substantia ferruginea (Figg. 250 und 252 *F*, 5) nach den Gesetzen der Brechung durch trübe Medien bläulich durchschimmern: Fossa coerulea. Indem der pigmentirte Zellhaufen dem Quintus angehört, manifestirt sich schon hier wieder die laterale Lagerung sensorischer Ursprungssäulen. In einer Höhe von etwa 6 Mm. über den Striae medullares, in dem Gebiete, wo die Innenfläche des Bindearms von Bündeln der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels bedeckt wird (Fig. 255 H^1), beginnt eine nach innen stumpfwinklige Furche ein äusseres rhombisches Gebiet des grauen Bodens abzugränzen (Fig. 254, 8 ist sein Querschnitt), innerer Acusticuskern (Clarke), dessen obere grössere dreieckige Hälfte auch Stilling als solchen erkannte während er seine dem untern Winkel der Rautengrube angehörige Hälfte für den Glossopharyngeuskern hielt. Die breite Mittelhöhe dieser Raute fällt in das Gebiet der Markstreifen des Hörnervs. Einwärts vom Acusticuskern erzeugt die motorische Colonne der grauen Substanz oberhalb des Gebietes der Striae einen ovalen Hügel, den gemeinsamen Facialis-Abducenskern (Stilling, Clarke) (Fig. 254 bei *G*).

Die Abgränzungsfurche zwischen der obern Hälfte des rautenförmigen Acusticuskernes und dem letzteren ovalen Hügel gewinnt nicht selten eine noch augenfälligere Marke durch das Vorhandensein der ihr folgenden aufsteigenden Markstreifen J. Engels, welche der Furche parallel vom innern Ende der Striae acusticae nach aussen und oben verlaufen. Sie sind die wirkliche gekreuzte Fortsetzung von Acusticuswurzeln in den entgegengesetzten Pedunculus cerebelli, oder genauer, sie sind oberflächliche gekreuzte Ursprungsbündel des Nerv. acusticus aus dem kleinen Gehirne. Häufig ist nur das innerste hart aussen vom Facialis-Abducenskerne verlaufende Bündel der aufsteigenden Markstreifen sichtbar, für welches der von Bergmann gewählte Name Klangstab mit Recht zu restituiren wäre, nachdem Stillings Auffassung als inconstante hintere Quintuswurzel aufzugeben ist. Das bei Thieren constante Fehlen der Markstreifen bedeutet nicht den Mangel, sondern nur die Unsichtbarkeit ihrer Bündel, falls sie als nackte Axencylinder ohne Markhülle bleiben. Die Entwicklung ihrer Markscheide fällt in die Evolutionshöhe des Gehirnes, daher deren Fehlen am Neugebornen und nach der Beobachtung J. Engels ihre grösste Häufigkeit an Leichen aus dem Mannesalter. Aus demselben Grunde erscheint der Fuss des Hirnschenkels im Neugebornen grau statt weiss. Die an den verschiedenen Gehirntheilen des Kindes ungleichzeitig sich

entwickelnde Markweisse wirft sich überhaupt als belangreiche Aufgabe eingehenderen Studiums auf.

Im untern Winkel der Rautengrube schiebt sich zwischen die mediale, wesentlich durch den motorischen Hypoglossuskern veranlasste Erhebung und den innern Acusticuskern Clarke's der Vago-Accessoriuskern ein (Stilling, Clarke), der Ursprungskern eines nach Deiters mittleren, seitlichen Systemes gemischter Nervenwurzeln. Indem er am obern Ende der Schreibfeder zwischen Acusticuskern und Stilling's Hypoglossuskern in die Tiefe rückt (Fig. 257 X' zwischen dem seitlichen und medialen Hügel) verliert er sich, von der Rautengrube gesehen, dreieckig in eine obere Spitze, und ebenso erscheint die Gegend des Hypoglossuskernes dreieckig mit unterer Spitze, weil seine Breite, je weiter nach abwärts, desto mehr von dem hinter ihm zur Mittellinie heranrückenden Vago-Accessoriuskerne verdeckt wird (vergl. Fig. 257 mit 258). Diese Formverhältnisse hängen mit der allmäligen Vertiefung der Rautengrube zum Abschluss des Centralcanales zusammen. Der Vaguskern liegt als nackte graue Substanz, Arnolds Ala cinerea, nur vom Ependym gedeckt, zu Tage. Der Hypoglossuskern aber liegt nicht an der Oberfläche, sondern wird von Markbündeln (Fig. 257 X^4) bedeckt, deren Weisse ihn von der Ala cinerea scharf abhebt, und die zum Vago-Accessoriusursprung gehören. Auch ihre Ursprungsmasse (Eminentia teres Clarke's) liegt noch auf dem Hypoglossuskern, so dass die von Stilling benannte mediale Erhebung nicht unmittelbar als solcher, sondern nur als die Gegend des Hypoglossuskernes bezeichnet werden darf. Die Vago-Accessoriuskerne hängen nach unten hufeisenförmig durch die Commissur des Riegels Obex zusammen (Clarke, Deiters) (Fig. 258 Ob), deren Bündel den Aussenrand der untern Hälfte dieser Kerne wulsten, und der bei Thieren constanter, als beim Menschen noch in die offene Rautengrube fällt.

Der Obex ist concentrisch von dem Anheftungsrande des embryonalen Deckels der Rautengrube eingefasst, den Riemchen (Taeniolae), die aus der Substanz des zarten Stranges hervorgehen. Die damit zusammenhängende Decke der Rautengrube schliesst, den Acusticus einhüllend, zwei seitliche Divertikel der Rautengrube, nach Reichert Analoga der Seitenventrikel, ab.

Die Rautengrube der Säugethiere (abgesehen vom Affen) macht, wegen Fehlens der Striae und geringeren Einspringens der Acusticuskerne nach innen zu, die Gebiete des Facialis- und Hypoglossusursprunges weit mehr als die Continuität einer medialen motorischen Colonne Lenhossek's erkennbar, als die menschliche. Auch die Spitze der Schreibfeder mangelt ihrer flacheren, wenig vertieften Rautengrube, indem das untere Ende der Hypoglossuskerne bei unansehnlichen Alae cinereae breiter bleibt und durch den Querwulst des Obex eine bogenförmige Begränzung findet.

Die hintere Brückenabtheilung enthält unterhalb der grössten Brückenconvexität (von jenen Ebenen an, welche nach hinten durch den von der Schleife entblössten Bindearm markirt werden, und nach vorn unterhalb den Austritt des Quintus zwischen den Querbündeln des Brückenarmes fallen),

nacheinander den Ursprung des 5., des 6. und 7., und darauf des 8. Gehirnnervenpaares.

Der oberste dieser Ursprünge entwickelt die kleine Quintuswurzel aus STILLINGS oberem Trigeminuskern, der in den seitlichen Gebieten des motorischen Feldes nach vorn von den absteigenden Wurzeln des sensorischen Quintus, nach innen von dessen Austritt und nach hinten von der Schleifenschicht einen oblongen Querschnitt aus grossen (60—75 μ langen und 18—21 μ dicken), zierlichen, fortsatzreichen Nervenkörpern bildet (Fig. 252 rechts und 253 links 5 m.). Dieser Kern ist 3 Mm. hoch und misst etwas weniger als 1,5 Mm. im queren, und etwas mehr als 1,5 Mm. im geraden Durchmesser. Seine unterste rundliche nur 0,8 Mm. mächtige Masse bildet einen durch eine kleine Distanz gesonderten Anhang.

Seine einzig klar vorliegende Verbindung ist die mit den Bündeln der innern Quintuswurzel, die ihres schief nach vorn und oben gerichteten

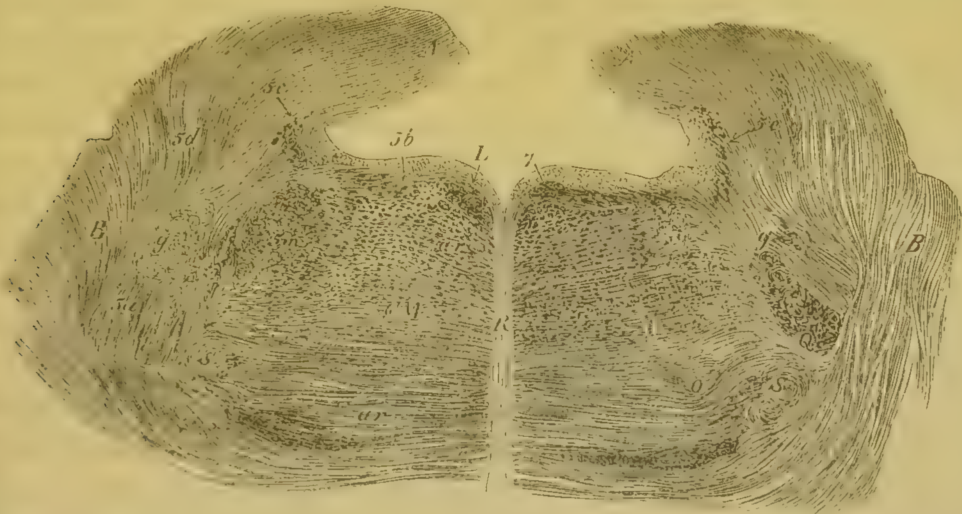


Fig. 253. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Ursprungsebenen der grossen Quintuswurzel. Die rechte Hälfte der Zeichnung ist einer von deren linker Hälfte etwas nach abwärts gelegenen Ebene entnommen. *A* Bindearm. *L* das hintere Längsbündel unter dem grauen Boden, links mit Quintusbündeln aus der Raphe belegt. 7 Wurzelbündel des nerv. facialis, hinter dem hintern Längsbündel, nach einwärts mit fibrae rectae der Raphe zusammenhängend, und im engen Anschluss an absteigende Quintusbündel verlaufend. *B* der Brückenarm. *FM* das motorische Feld der hintern Brückenabtheilung. *ar* Fibrae arcuatae. *R* die Raphe. *S* die Region, in welche das untere Blatt der Schleife umbeugte. *g* die gelatinöse Substanz des Quintusursprungs. 5 *a* die grosse Quintuswurzel. 5 *b* innere absteigende Quintuswurzeln. 5 *c* äussere absteigende Quintuswurzeln. 5 *d* Quintuswurzeln aus dem kleinen Gehirn. 5 *m* der Ursprungskern der kleinen Quintuswurzel. *Q* Querschnitte der aufsteigenden Quintuswurzel, welchen hart nach Aussen noch im Austritt begriffene Bündel derselben anliegen. *O* Gegend der obern Olive.

Brückenaustrittes wegen in Querabschnitten als kurze Schräglängsbündel erscheinen, zwischen welche die langen Fortsätze von den Nervenkörpern aus sich häufig weit verfolgen lassen.

Bezüglich der Verbindung des Kernes mit dem Fuss des Hirnschenkels lässt sich eben im Allgemeinen auf die zahlreichen, in den Ursprungsebenen

vorkommenden Fibrae rectae der Raphe verweisen, die aus der vorderen Brückenabtheilung in die hintere übertreten, sowie auf ihre Verbindung mit einzelnen, denen des Kerns an Grösse gleichen gestreckten Zellen, was sich alles für den Nervus hypoglossus wiederholen, und als Ausstreuung seiner Ursprungszellen in die Raphe aufzufassen sein wird. Um aber den motorischen Quintuskern zu erreichen, müssen hier die Fibrae rectae ihr Verlaufsende als ein hinterer Antheil von Fibrae arcuatae der Quintusebenen erreichen. Für diese Wahrscheinlichkeit spricht die Neigung des innern Endes vieler Fibrae arcuatae nach vorne.

Mindest ebenso wenig lässt sich über die Bahnen aussagen, welche reflectorische Einflüsse auf den obern Trigeminuskern wirken lassen. Clarke hat zuerst derartige Beziehungen als von der sensorischen Quintuswurzel ausgehend, ins Auge gefasst, und es liegt nahe, an eine Wiederholung des Rückenmarkstypus zu denken, weil die benachbarte grosse Ursprungsmasse des Quintus (Fig. 253 links *g*) dem Kopfe des Hinterhornes, der obere Quintuskern selbst aber einem Vorderhorn (dessen Processus lateralis) entspricht. In Wirklichkeit hat aber Clarke solche Verbindungen nicht aufgedeckt, weil seine Darstellung in die Region des wahren motorischen Quintuskernes einerseits nicht hinaufreicht, und andererseits der Kern, welchen er mit der gelatinösen Substanz verknüpft sieht, kein Quintuskern, sondern der untere Facialiskern ist. Auf den Durchschnitt der untersten Spitze des wirklichen motorischen Quintuskernes, den ich als eine kleine Zellgruppe manchmal in ansehnlicher Entfernung hinter dem unteren Facialiskern erkenne, bezieht er jene Verbindungen nicht. Aber andererseits könnten ja eben diese Reflexe sich auf Wurzelbündel aus andern der vielgestaltigen Ursprungsmassen des 5. Paares beziehen. Sie in ihrer Gesammtheit mit den Ursprungsverhältnissen der hintern Rückenmarkswurzeln zu vergleichen und vom Rückenmarkstypus aus verstehen zu lernen, ist eine noch unerfüllte, wichtige, monographischen Eingehens harrende Leistung.

Die reflectorischen Beziehungen des motorischen Quintus-Kernes umfassen aber, nach dem Auftreten des Trismus zu schliessen, auch das sensorische Rückenmarksgebiet, und dies bezüglich drängt sich die Wahrscheinlichkeit auf, dass bestimmte Antheile der Fibrae arcuatae dieser Ebenen, obschon sie nicht bis zu Querschnitten nach abwärts führender Massen verfolgbar sind, sich etwa doch noch als Ursprungsbahnen der Hinterstränge erweisen werden. Möglicher Weise sind die hier etwas zahlreicher als weiter oben auftretenden grossen zerstreuten Nervenkörper im motorischen Felde als Ausstreuungen des obern Quintuskernes zu betrachten, welche ihn mit den als Fibrae arcuatae anwesenden Bündeln des Hinterstranges verknüpfen.

Der vielfältige Ursprung der äussern, grossen, sensorischen Quintuswurzel wird[1] am übersichtlichsten, wenn man vier getrennte Hauptursprungsformen unterscheidet.

1. Quintuswurzeln, deren Ursprungsmassen innerhalb oder

unweit der Austrittsebenen gelegen sind. Die Ursprungsmasse dieses sehr ansehnlichen Zuzugs umfasst im Längsschnitt den motorischen Quintuskern halbmondförmig von aussen her. Sie besitzt beim Menschen eine Höhe von 4,4 Mm. und misst 1,2 Mm. im queren, 2,8 Mm. im geraden Durchmesser.

Sie setzt sich aus kleinen Häufchen zusammen, welche durch die aus ihren Nervenkörpern geflechtartig hervorgehenden zarten Ursprungsbündel von einander abgegrenzt werden (Fig. 253 *g*, 5 *a*). Die Grundlage dieser Häufchen ist feinkörnige Bindesubstanz, ihre Nervenkörper messen grösstentheils 18—24 μ Länge und 6—9 μ Dicke; Stilling fasst die ganze Formation mit Recht als eine Fortsetzung der gelatinösen Substanz auf, welche als Einschluss der aufsteigenden Quintuswurzel continuirlich bis zum Kopfe des Rückenmark-Hinterhornes hinabreicht.

Innerste, dem motorischen Quintuskern genäherte Häufchen dieser Masse bieten mit 39 μ Länge und 12 μ Dicke ein grösseres Kaliber ihrer Elemente, so dass vom motorischen Quintuskern an bis in die äussern Häufchen der eben besprochenen Masse die drei Kaliber von Nervenkörpern, die das Rückenmark im Vorderhorn, in der Wurzel und im Kopfe des Hinterhornes enthält, sich wiederholen.

2. Quintuswurzeln, deren Ursprungsmassen über den Austrittsebenen gelegen sind. Absteigende Wurzeln. Die absteigenden Quintuswurzeln zerfallen in dreierlei Ursprungsformen.

Die äussere absteigende Quintuswurzel (Figg. 249 *V*, 250, 251, 5, 252 und 253, 5c) entspringt vom Gebiete des obern Zweihügels an bis zum Quintusaustritt herab aus jenen grossen blasenförmigen Zellen, von welchen andererseits die pag. 751 geschilderte Durchflechtung der Haube des Hirnschenkels ausging. Sie steigt nach aussen von dem centralen Höhlengrau der Wasserleitung, und, an Mächtigkeit fortwährend gewinnend, in der Brücke in jenem seitlichen Gebiete des grauen Bodens eingeschlossen, herab, das längs der Innenfläche des Bindearmes hinkriecht; dem Innenrande ihres halbmondförmigen Durchschnittes, den Stilling und Deiters für eine aufsteigende Trochleariswurzel hielten, liegen in fortgesetzter Kette traubige Häufchen der durch ihre runde Gestalt und Pigmentlosigkeit von denen der Substantia ferruginea unterscheidbaren Ursprungselemente an (pag. 748).

Die mittlere Abtheilung der absteigenden Quintuswurzeln geht aus den Zellen der Substantia ferruginea hervor. Diese im Locus coeruleus des grauen Bodens durchschimmernde langgestreckte Anhäufung pigmentirter, spindelförmiger (60 μ langer, 20—30 μ dicker) Nervenkörper beginnt in der untern Hälfte des untern Zweihügels und reicht durch eine Höhe von mehr als einem Centimeter bis über die Austrittsebenen der motorischen Quintuswurzel herab immer nach einwärts von der äussern absteigenden Wurzel gelegen (Fig. 250, 251, 252 *F*). Ausstreuungen dieser compacten Formation reichen aber noch in die seitlichen Gegenden der hintern Brückenabtheilung als radiär gegen den grauen Boden gewendete, mit radiären

ihm entgegenziehenden Nervenfäden verbundene grosse pigmentreiche Körper, welche vielleicht gleichfalls dem Quintus Ursprünge von der gleich zu berührenden Verlaufsweise zusenden. In gleicher Zerstreuung finden sich die schwarzen Zellen auch im Dache der Rautengrube nach innen vom Bindearm (substantia ferruginea superior). Im kindlichen Gehirn und bei Säugethieren entbehren sie gleich denen der Sömmering'schen Substanz des Pigmentes, welches überhaupt an vielen Körpern dieser Formation nicht zur Entwicklung kommt.

Die Quintusbündel aus der Substantia ferruginea laufen als ein 0,8 Mm. dickes Stratum unter dem grauen Boden quer nach einwärts, durchbrechen, durchflechten und umkreisen dann das hintere Längsbündel und gelangen durch eine, theils zwischen den hintern Längsbündeln, theils vor denselben gelegene spitzwinkelige commissurenartige Kreuzung (die zugleich bogenförmig, nach oben convex ist) über die Mittellinie. Jenseits begeben sie sich theilweise nach Durchbrechung und theilweise nach vorderer Umgehung des anderen hinteren Längsbündels wieder nach aussen und biegen sich nach vorne, um als die mittlere Abtheilung der den grauen Boden umsäumenden Kette von Bündeln in den Verlaufsstrom der grossen Quintuswurzel einzugehen (Fig. 252, 253, 5*b*).

Der durchflochtene Querschnitt des hintern Längsbündels sowohl, als hauptsächlich das ihn nach vorne umgebende Gebiet ist bis zur Gränze der hintern Brückenabtheilung hin sehr reich an Nervenkörpern eines grossen, spärlicher vorhandenen und eines weit kleineren, reichlicher angesammelten Calibers. Die mittlern absteigenden Quintuswurzeln scheinen mir mit der grössern Form zusammenzuhängen.

Die innere Abtheilung der absteigenden Quintuswurzeln geht mit höchster Wahrscheinlichkeit aus den Längsbündeln der vordern Brückenabtheilung (Fuss des Hirnschenkels) hervor, in Form von geraden Bündeln der Raphe, die aus der vordern Brückenabtheilung in die hintere laufen. Nach spitzwinkeliger Durchkreuzung biegen sie sich theils vor dem hintern Längsbündel, theils, dasselbe quer durchsetzend, theils hinter demselben nach aussen, und gesellen sich dem Quintus als die innersten seiner vom grauen Boden bedeckten Wurzeln zu, zwischen dem hintern Längsbündel und den mittlern absteigenden Wurzeln gelagert (Figg. 252 rechts *L*, 253 links *R L*). Die quer verlaufenden Kreuzungsbündel der mittlern, und die gerade verlaufenden der innern absteigenden Wurzeln scheinen sich in der Raphe nicht zu durchsetzen, sondern die erstern über die letztern bogenförmig ausbeugend wegzulaufen. Die innern absteigenden Wurzeln hängen mit den vor und hinter dem hintern Längsbündel gelegenen Formationen kleinerer Nervenkörper zusammen.

Stilling leitete die beiden letztangeführten Formen des Quintusursprunges einfach vom grauen Boden her. Ich selber leitete früher ihren Ursprung von einer Strahlung des Hemisphärenmarkes her, die sich noch oberhalb der in Fig. 248 dargestellten Schnittebene unter dem Sehhügel weg dem hintern Längsbündel nach

aussen zugesellt und mit ihm nach abwärts steigt. Indem diese Bündel zwischen äusserer absteigender Quintuswurzel und hinterm Längsbündel nach abwärts gelangen, aus welcher Gegend ein so ersichtlich mächtiger Zuzug an die grosse Quintuswurzel tritt, musste ich sie für Theile dieser Wurzel selbst halten. Nachdem ich aber den Vorgang kennen lernte, vermöge dessen das Mark aus der Substantia ferruginea unter den grauen Boden der andern Seite gelangt, sehe ich ein, dass jene seitlichen hintersten Haubenbündel, nach aussen vom hintern Längsbündel, von den wirklichen absteigenden Quintuswurzeln zwar durchflochten und bedeckt werden, nicht aber Quintuswurzeln sein dürften.

3. Eine Quintuswurzel, deren Ursprungsmasse unterhalb der Austrittsebenen gelegen ist (Aufsteigende Quintuswurzel). Der Austrittsstelle des Quintus (Fig. 253 *GQ*) nach aussen von dem Projectionsfelde der Haube und nach innen von den Kleinhirnmassen entspricht bis in die untersten Schnittebenen der Oblongata eine dichte Gruppe von Querschnitten, deren Ende nothwendig im Quintusursprung liegen muss (Figg. 254, 255, 256, 257, 258 *S*, *G*). Dieser Querschnitt schliesst in einer nach hinten gewendeten Concavität graue, mit überwiegend kleinen Nervenkörpern erfüllte Substanz ein, in welcher er, sich in feine Bündel zerklüftend, am untern Ende der Oblongata aufgelöst wird, und um welche herum ebendort der Seitenstrang und der Hinterstrang des Rückenmarkes zusammenfliessen. Sie kennzeichnet sich demnach als die gelatinöse Substanz oder der Kopf des Hinterhornes. Die Masse dieser gelatinösen Substanz erscheint in der untern Hälfte der Oblongata ausserordentlich vermehrt, zum Tuberculum cinereum Rolando angeschwollen, weil sie in diesen Höhen als Ursprungsmasse den wesentlichsten Theil der aufsteigenden Quintuswurzel sich entwickeln lässt (Figg. 261, 262 *G*). Grössere, der Formation der gelatinösen Substanz fremde Caliber von Nervenkörpern, welche sie in verschiedenen Höhen der Brücke und Oblongata mit einschliesst, glaube ich als von durchpassirenden Massen der Fibrae arcuatae und zum Theile von durchziehenden Nervenwurzeln eingeschleppt ansehen zu dürfen.

4. Kleinhirnwurzeln des Quintus. Sie durchsetzen und umgürten den Bindearm als mit höchster Wahrscheinlichkeit in das 5. Nervenpaar eintretende Bündel, von welchen schon Stilling eine solche Verlaufsweise angenommen hat (Figg. 252, 253, 5 *d*).

Jedenfalls erscheint es befriedigend, in der Ursprungsweise eines mit so verschiedenen periferen Bezirken verknüpften Nervenpaares eine entsprechende anatomische Vielgestaltigkeit zu constatiren. Andererseits aber müssen wir es bei der objectiven Aufzählung dieser Ursprungsformen bewenden lassen, weil es für eine ordnende und ihr Verständniss aufschliessende Theorie heute noch an Grundlagen fehlt.

Unterhalb des Quintusursprungs zerfällt der graue Boden durch eine paarige Lateralfurche in das mediale Ursprungsgebiet des 6. und 7. Gehirnnervenpaares und in das seitliche des Nervus acusticus (Fig. 254 *G* und 8).

Der Nerv. abducens (Fig. 254. 6) nimmt seinen Ursprung aus Stillings

Abducens-Facialiskern, einer im Querschnitt (Fig. 254 links vor G) 2 Mm. breiten und 1.6 mm dicken Anhäufung von meist 45 μ langen und 15 μ dicken, schlanken, vielstrahligen Nervenkörpern.

Dieser Kern ist nach Stilling und Schröder v. d. kolk durch hinterste Fibrae arcuatae mit der Raphe verbunden. Ich habe mich durch Verfolgung der Bündel überzeugt, dass selbst diejenigen Fibrae rectae der Raphe, welche aus der Region des Abducens-Facialiskernes schräg nach abwärts gegen die Oblongata verlaufen, sich am untern Brückenrande umbeugen, und mit den Pyramiden in den Hirnschenkel laufen. Der Abducens-Facialiskern wird demnach unter der gekreuzten Einwirkung der Ursprungsmassen des Hirnschenkelfusses stehen.

Innerhalb einer Brückenhöhe von 1,4 Mm. gehen aus diesem Kerne in feinen getrennten Fäden die Abducenswurzeln hervor, welche in geradem, der Raphe parallelem und nahem Verlaufe die Gränze der hintern Brückenabtheilung und von da in schrägem Durchbruch nach abwärts an bekannter Stelle die Gehirnbasis erreichen. Die äussern Bündel der centralen Abducenswurzel, welche im Kerne mehr vorn liegen, treten ersichtlich in nach einwärts geschwungenem Bogen aus dessen Nervenkörpern hervor. Die innern Bündel derselben aber scheinen den Kern als dichtes Mark nach hinten zu umgreifen, in welchem nur spärliche Nervenkörper erscheinen. Ich glaube mich aber sicher überzeugt zu haben, dass auch diese Bündel einfach aus demselben Kerne hervorgehen, indem sie beinahe eine Kreistour um den Ursprungskern beschreiben.

Der Abducenskern mit seinen Wurzelbündeln würde demnach einen dem Hypoglossuskern (Fig. 258 XII) ähnlichen Knäuel darstellen.

Das centrale Ende des Knäuels würde, ähnlich wie dort, in jenen Fibrae rectae der Raphe zu finden sein, die als hintere Fibrae arcuatae in den Abducenskern eingehen. Diese Hirnschenkelbündel umkreisen die Kernmasse von vorn und aussen, werden in den Nervenkörpern unterbrochen und in der Flucht des Knäuels in die Wurzelbündel übergeführt, wobei sie die Umkreisung des Kernes nach hinten und innen vollenden. Die Schwierigkeit, an Schnittpräparaten die Continuität dieser Bahn vor Augen zu bringen, liegt hauptsächlich darin, dass der Verlauf, den jeder Faden dieses Knäuels in der Raphe nimmt, tiefern Schnittebenen angehört, als das Wurzelende desselben Fadens, daher in der rechten Hälfte von Fig. 254, die höher als die linke gelegen ist, schon Wurzeln des Abducens sichtbar sind, ohne dass noch etwas von dem Kerne desselben vorhanden ist.

Ob ausserdem noch Wurzelbündel des Abduceus von einer aussen und oben von diesem Kerne liegenden unbekannten Ursprungsmasse stammen, wie Schröder v. d. kolk will, muss dahin gestellt bleiben. Derselbe machte die anziehende Bemerkung, der von der Raphe abgewendete Verlauf der Abducenswurzel deute auf eine (im Gegensatz zu dem augenscheinlich gegen eine Kreuzung in der Raphe hinstrebenden Oculomotorius) ungekreuzte centrale Innervation des Nerv. abducens hin, wodurch sein synergistisches Wirken mit

dem entgegengesetzten Rectus internus erklärlich werde. Verhält sich der Abducensursprung nach meiner Angabe, so verliert diese Bemerkung ihre Anwendung auf den gegebenen Fall, so richtig das Princip in Bezug auf anatomisch praeformirte Coordinationen von Bewegung auch sein mag, wie ich in seiner Anwendung auf den theils gekreuzten, theils ungekreuzten Ursprung der Haube des Hirnschenkels anerkannt habe. Dass dieses Princip aber auf die Innervation durch den Fuss des Hirnschenkels nicht anwendbar ist, habe ich pag. 752 im Allgemeinen ausgesprochen und es dürfte eben wegen seiner Verbindungen mit der Raphe auch beim Abducenskern kein abweichendes Verhalten obwalten.

Fig. 254. Durchsichtiger Querabschnitt aus der menschlichen Brücke in den Ursprungsebenen der Nervi faciales und abducentes. Die rechte Hälfte der Zeichnung stellt eine etwas höher gelegene Schnittebene, als die linke dar. *Cbl* Kleinhirnmasse als Dach des 4. Ventrikels. *ZC* das Hervortreten der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles aus dem Kleinhirn. *cr* Das Hervortreten des corpus restiforme aus dem Kleinhirn. *R* die Raphe der hintern Brückenabtheilung. *VS* das motorische Querschnittsfeld derselben. *S* das sensorische Querschnittsfeld derselben, die aufsteigenden Quintuswurzeln enthaltend. *O* die obere Olive. *Br* der Brückenarm. *Trp* seine tiefen, *Trs* seine oberflächlichen Querbündelschichten. *P* die vordern Längsbündel der Brücke. 7 die Facialiswurzel. *G* das Facialisknie. 7′ der hintere (obere) Facialiskern oder Facialis-Abducenskern. 7^2 der vordere (untere) Facialiskern. 6 Abducenswurzel. 8 Gebiet des innern Acusticuskernes im Querschnitt des grauen Bodens.

Ob aber von bestimmten Coordinationscentren aus (Vierhügel) der Abducens gekreuzt oder direct innervirt werde, das können Verlaufsverhältnisse zu ihm herabsteigender Bahnen auch in ganz andern Höhen entscheiden. Vielleicht ist für die Beherrschung des Abducens durch ein von ihm weit abgelegenes Centrum in der Höhe des Oculomotoriusursprungs die schöne, von Gudden aufgedeckte Thatsache von Belang, dass vom obern Zweihügel ein plattes Bündel in querem Verlaufe in den Hirnschenkel eingeht (tractus transversus pedunculi), welches nur zu sehr schwacher Entwicklung kam, wenn

Gudden an neugebornen Thieren die Retina ausser Function setzte, somit wohl in functioneller Abhängigkeit von derselben steht. Das Bündel selbst ist schon früher von Inzani und Lemoigne bemerkt und richtig abgebildet worden.

Clarke lässt auch Wurzelbündel des Nerv. abducens sich um den Querschnitt des Facialiskerns herumbiegen, die in feiner, pinselförmiger Zerstreung aus der Eminentia teres hervortreten.

Die Wurzeln des Nervus facialis nehmen einen mehrgestaltigen Ursprung, der wieder am leichtesten bei folgender Unterscheidung überblickt wird:

1. Facialiswurzeln, deren Ursprungsmasse über den Austrittsebenen liegt. Absteigende Wurzeln. Sie gehen gekreuzt aus der Raphe hervor als Fibrae rectae derselben und laufen in einem nach oben convexen Bogen (den Facialis-Abducenskern von oben her umkrümmend) ohne Unterbrechung in die Facialiswurzel aus (Fig. 254, rechts, die lichten Bündel vor dem schwarzen Querschnitt *G*). Diese Krümmung hat zur Folge, dass ihre Continuität mit der Wurzel nur in den obersten Querschnittebenen aus dem Facialisursprung sichtbar ist, weil weiter abwärts der Scheitel des Bogens abgekappt wird. Einige dieser absteigenden Wurzelbündel verlaufen nicht innerhalb der Raphe, sondern durch das motorische Feld, und gesellen sich, die Fibrae arcuatae durchkreuzend, der Facialiswurzel zu (Fig. 254 rechts zwischen *R* und 6). Es bleibt natürlich unentschieden, ob sie einen mit den als Fibrae rectae der Raphe verlaufenden Facialiswurzeln gemeinsamen Ursprung, etwa im Linsenkern haben.

2. Facialiswurzeln, deren Ursprungsmasse in den Austrittsebenen gelegen ist. Sie entspringen (was Deiters ablehnt) aus dem gemeinsamen Facialis-Abducenskern, und zwar aus dessen oberer Hälfte, so dass man für tiefer fallende Querschnittebenen mit Recht einen Zusammenhang des Facialis mit diesem Kern in Abrede stellen darf. So weit aber dieser Zusammenhang vorhanden ist, sieht man die Bündel der Facialiswurzel in einer das Verhältniss recht kennzeichnenden, genau der Höhe des Kernes gleichkommenden Entfaltung aus diesem hervortreten (Fig. 254 links).

3. Facialiswurzeln, deren Ursprungsmasse unterhalb der Austrittsebenen gelegen ist. Aufsteigende Facialiswurzel. Deren Verlauf haben unabhängig von einander Dean und Deiters richtig erkannt, soweit sich dies aus der unvollendet gebliebenen Darstellung des letzteren entziffern lässt. Auch Clarke hätte ihre Verhältnisse vollständig durchblickt, nur dass er irrthümlich als Ursprungsmasse die obere Olive an Stelle des von ihm mit dem motorischen Quintuskern verwechselten untern Facialiskernes setzte. Ihre Ursprungsmasse ist der vordere (untere) Facialiskern, eine Anhäufung aus 60 μ langen und 21 μ dicken, schlanken, fortsatzreichen Nervenkörpern, welche bis in das Gebiet des Abducens-Facialiskernes reichend, in einer Länge von 3,5 Mm. sich bis nahe an die untere Brückengränze erstreckt, und der Quere nach 1,6 Mm., im geraden Durchmesser 2,4 Mm. misst.

Dieser Ursprungskern liegt der obern Olive aussen hart an, und erscheint

beim Menschen scharf begrenzt (Fig. 254 links 7) durch Curvaturen eines Knäuels, in welchen ihn die Ursprungsbündel einbetten, dessen centrales Ende den Kern durch die Raphe mit dem Hirnschenkel verbinden dürfte. Bei Thieren ist der Kern weniger scharf begrenzt, weil der durch Bindesubstanz auseinander gedrängte Ursprungsknäuel (ähnlich wie in den Glomeruli olfactorii) undeutlicher wird (Fig. 255,7). Die perifer auslaufenden Fäden des Knäuels laufen getrennt und fein in einer nach aussen convexen Curve bis zum grauen Boden und sammeln sich dort zu einem knieförmig nach oben umgebogenen compacten Bündel Facialisknie (Deiters), welches während seiner Verlaufshöhe von 5 mm in allen Querschnitten nach innen und hinten von der Abducenswurzel und ihrem Kerne als ein dunkler, scharf begrenzter Querschnitt auftritt (Fig 254. links *G*). Das Knie erscheint durch diese beiden Gebilde von der austretenden Facialiswurzel darum getrennt, weil es in dieselbe durch einen (den Facialis-Abducenskern nach oben umkrümmenden, also) abgekappten Bogen übergeht. Die aufsteigende Facialiswurzel wiederholt bei ihrem Austritt um 5 Mm. höher oben die von ihren Bündeln beim Verlassen des Kernes beschriebene, nach aussen convexe Krümmung (Fig. 254, *G* 7 rechts). Indem die austretenden Facialiswurzeln sich in einer gegen 2 Mm. messenden Brückenhöhe entfalten, müssen deren untere Bündel begreiflicher Weise in einer Reihe von Querschnittebenen dem Kniestück gegenüber liegen (Fig. 254 links).

Die aufsteigende Facialiswurzel ist demnach ein ausser Verbindung mit dem Abducenskern stehendes Bündel, welches diesem Kern und der Abducenswurzel durch einen ein verbogenes Hufeisen formirenden Umweg ausweicht und sie umkrümmt. Die Schenkel dieses Hufeisens liegen in der Brücke (einander parallel) übereinander; der untere Schenkel führt dem Knie die Bündel aus dem vordern Facialiskern nach einwärts und hinten (Fig. 255) zu, der obere führt sie aus dem Knie nach aussen und vorne in der Austrittsrichtung ab (Fig. 254 rechts). Das Knie bildet ein beide Schenkel senkrecht verbindendes Mittelstück. Das Hufeisen ist aber zugleich, um den gemeinsamen Kern (bis zu seiner medialen Fläche) zu umkrümmen, am Mittelstück (gleichsam längs der Fläche) nach innen zu verbogen, und zugleich ist es, um den obern Umfang dieses Kernes zu umkrümmen, am obern Schenkel (gleichsam längs der Kante) nach oben zu verbogen.

Die obersten aus dem Knie umbeugenden Fäden der Facialiswurzel reichen bis in den Quintusursprung hinauf (Fig. 253, 7), daher Stillings Auffassung des Facialisknies als eine hintere constante Quintuswurzel und sein Terminus: unterer Trigeminuskern statt Facialiskern.

Die Wurzeln des Nervus acusticus treten ungefähr in gleicher Höhe mit dem Ursprung der aufsteigenden Facialiswurzel auf (Fig. 255,8) und mit ihnen stehen in der Brücke folgende 4 Formen grauer Masse in Verbindung.

1. Der innere Acusticuskern (Stilling, Clarke). An ihm ist eine obere, mittlere und untere Höhe zu unterscheiden. In der obern ist er nach aussen von der Wölbung des obern Facialiskernes (Fig. 254,8) gelegen, in

der mittlern (ungefähr der Zone der Striae medullares entsprechend) gehört ihm die ganze Breite der Rautengrube (Fig. 255 VIII), in der untern liegt er nach aussen vom Glossopharyngeusursprunge und dem Vago-Accessoriuskerne (Fig. 257 8).

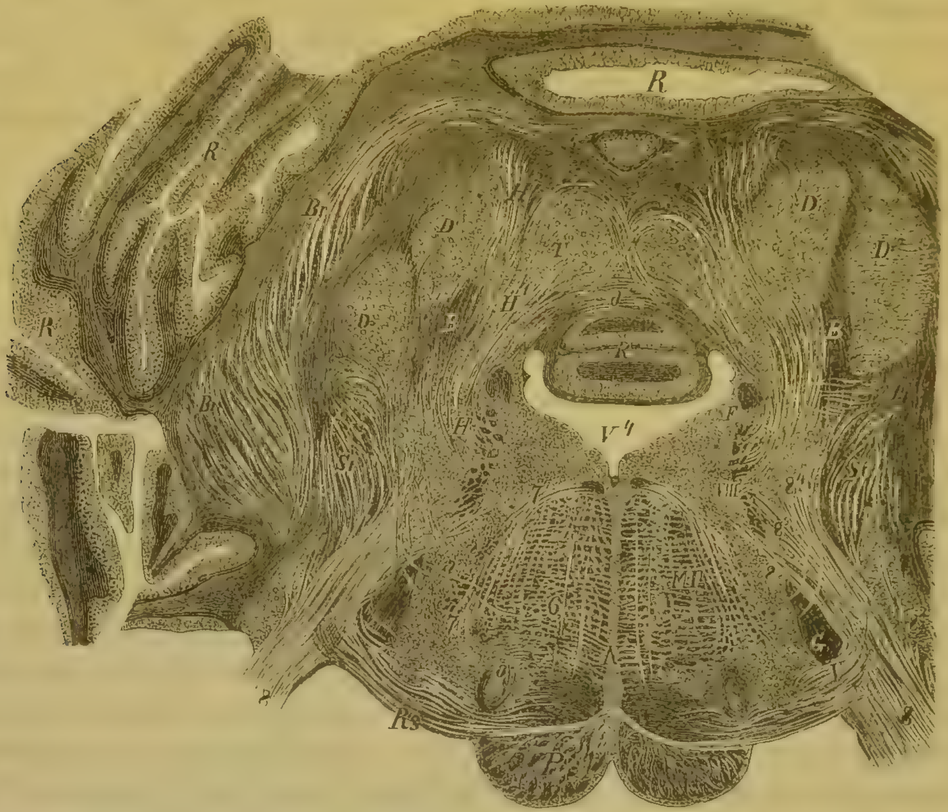


Fig. 255. Durchsichtiger Querabschnitt aus dem Kleinhirn und den obersten Ebenen der Oblongata von Cercocebus cinomolgus. Acusticusursprung. Die rechte Hälfte der Zeichnung stellt eine etwas tiefer liegende Schnittebene als die linke dar. V^4 Die vierte Gehirnkammer. *RRR* Die Rinde der linken Halbkugel, des Oberwurmes und des Unterwurmes vom kleinen Gehirne. *VIII* Der innere Acusticuskern. *N* Die Raphe. *P* Die Pyramide. *MF* Das motorische Querschnittsfeld der hintern Abtheilung der Oblongata. *GV* Die gelatinöse Substanz mit den Bündeln aufsteigender Quintuswurzeln. *a* Fibrae arcuatae mit der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles zusammenhängend. *H* Die Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles. *St* Die äussere Abtheilung des Kleinhirnstieles (zwischen beiden Abtheilungen grosse Zellen). *Br* Der Brückenarm. *Rs* Corpus rhomboideum. *O* Obere Olive. 7 Unterer Facialiskern nach aussen von derselben, aus welchem die bis unter den grauen Boden in den Querschnitt des Facialisknies reichenden Facialiswurzeln 7 hervorgehen. 6 Nerv. abducens. 8 Nervus acusticus in 8^1 aus dem innern Acusticuskern am grauen Boden, in 8^2 aus STILLINGS vorderem Acusticuskern, in 8^3 aus der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles in 8^4 aus der äussern Abtheilung desselben entspringend. *D* Der gezackte Kern im Kleinhirn. *T* Der Dachkern (STILLINGS) im Kleinhirn. *B* Die Markmasse des Bindearmes im Kleinhirn. H^1 Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnstieles mit gekreuztem und H^2 mit anscheinend ungekreuztem Verlaufe. *F* Der Flockenstiel, rechts zugleich als Querschnitt und als quere Längsbündel über dem Strickkörper.

Dieser Kern ist am allerdichtesten unter den Massen des grauen Bodens von feinen Bündeln durchsetzt, die überwiegend in der Richtung vom Kleinhirnstiel gegen die Raphe ziehen und dabei die 30—45 μ langen, 12—15 μ breiten Nervenkörper einschliessen.

2. Der äussere Acusticuskern (Clarke, Dean). Er begreift das trapezoide Feld der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels in sich, welches, unmittelbar an den innern Acusticuskern angelehnt (Fig. 255 links *H*, rechts hinter 8[1], Fig. 257 *SFC*), die vordere und hintere Begrenzungslinie mit ihm gemeinsam hat und nach aussen an den Strickkörper des Kleinhirnschenkels stösst. Der Querschnitt des innern Acusticuskernes ist somit nur ein kleineres ähnliches Dreieck, durch die Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels unvollkommen abgegrenzt von dem Gesammtdreieck, welches die confluente Querschnittmasse des äussern Kernes mit ihm formirt. In seiner innern Hälfte ist dieser äussere Kern dicht von den Querschnittsfeldern der innern Kleinhirnstielabtheilung durchsetzt, aussen davon bildet er ein unvermengteres Grau (Fig. 255) und schliesst hier am zahlreichsten fortsatzreiche, schlanke Nervenkörper eines Calibers von 60—100 μ Länge und 15—21 μ Dicke ein.

3. Der vordere Acusticuskern (Fig. 255 8[2]), eine keilförmige, zwischen Acusticus, Strickkörper und das Mark der Flocke hineingeschobene Masse, die beim Menschen einen dreieckigen 3 Mm. hohen und 2 Mm. breiten Querschnitt darstellt. Er schliesst in dichter Anordnung 15—21 μ grosse, blasenförmige, fortsatzarme Nervenkörper ein, die denen der Interspinalganglien durch die Form nahe, durch die Kleinheit aber ferne stehen, jedoch wie diese je in eine zarte, kleine Kerne einschliessende Hülle eingekapselt sind.

4. Die Nervenkörper der Acusticuswurzel, welche sich in deren ganzen centralen Verlauf einzeln und nesterweise einschalten, besonders aber die Austrittsstelle am vordern Brückenrande ganglienartig aufblähen, und nicht minder sich in die äusseren, den Kleinhirnschenkel umgreifenden Wurzelantheile einlagern. Ihrer meist ansehnlichen Grösse, ihrer gestreckten fortsatzreichen Gestalt und des Fehlens der Kapseln wegen darf man sie nicht mit Stilling und Clarke als Eine Formation mit dem vordern Kerne zusammenwerfen.

Bezüglich der mit diesen Kernen verbundenen Markmassen ist, wie überall, zunächst die Orientirung darüber nöthig, welche davon diese Kerne zu Ursprungsmassen und welche sie zu Endigungsmassen haben, indem sie von als noch centraler anzusehenden Herden zu ihnen herabsteigen.

Zunächst bietet der Nervus acusticus keine Anhaltspunkte, ihn der so verwandten hochstehenden Bedeutung seines Sinnesgebietes wegen morphologisch mit dem Riechlappen und Sehnerv in eine Parallele zu bringen. Denn es führt von der Brücke, welche sich morphologisch von der Hirnrinde aus zum Riechlappen und der Retina als verwandten Bildungen schlagen liess, kein vermittelnder Bogen zu der Gestaltung des Labyrinthes, des Cortischen Organes hinüber. Fand sich das Mark des Riechlappens und der Retina (als Sehnerv) durch mit dem obern Gliede des Projectionssystemes ganz gleichförmige Formen der Einstrahlung in ein und denselben Endigungsganglien mit dem der Grosshirnrinde zusammen, so reicht dagegen der Nervus acusticus zu keinem dieser Ganglien hinauf, sondern tritt in das mit den Grosshirnlappen

nicht unmittelbar verbundene centrale Höhlengrau ein. Der unmittelbare Eintritt in dasselbe und dessen Form macht den Nervus acusticus augenscheinlich dem untern Gliede des Projectionssystemes, den Nervenwurzeln ähnlich. Darum ist es aber noch nicht berechtigt, den Nervus acusticus in den weitern Verlaufsdetails auch vollkommen mit den übrigen Nervenwurzeln des Hirnstammes verschwimmen zu lassen und mittelbar in den Rückenmarktypus einzureihen. Dies versucht Deiters, indem er beide als zusammengehörige Glieder seines seitlichen gemischten Systemes auffasst, dessen übrige Formationen die gleichfalls weder rein sensorischen noch rein motorischen Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii darstellen. Er erneuert damit nur die alte Auffassung Galen's, Fallopia's, Haller's, wonach der Nervus acusticus als Portio mollis mit dem Nervus facialis eine gemeinsame Nervenwurzel bilde.

Deiters wies dem Nerv. acusticus diese Stellung in der Meinung an, den schon von Foville und Schröder van der Kolk im Allgemeinen ausgesprochenen Acusticusursprung aus dem kleinen Gehirne abweisen zu dürfen. Ich betone aber schon vor der detaillirten Schilderung, dass eben die ausschliessliche, theils directe, theils gekreuzte Verbindung mit dem Kleinhirn dem Nervus acusticus eine von den übrigen Nervenwurzeln getrennte Stellung anweist, für welche von mir vor Jahren schon mikroskopisch belegte Ansicht als Gewährsmänner nun auch Clarke und Dean anzuführen sind.

Dem gesammten Darstellungsgange dieser Arbeit gemäss sollte ich zunächst die Bahnen aufweisen, welche die Grosshirnlappen durch den Pedunculus mit den Ursprungsmassen des Nervus acusticus verbinden, eine Verbindung, welche man aus psychologischen Gründen beim Menschen sich als so breit, als so mächtig denken müsste, wie etwa die der Retina durch den Sehnerv. Aber höchst überraschender Weise ist eine solche Verbindung der Ursprungsmassen des Nervus acusticus mit dem Hirnschenkel nicht aufzufinden.

Zwar gewinnt man in den gemeinsamen Gebieten des Acusticus- und Facialisaustritts das schlagendste Bild einer vollständigen Umbeugung des hintern Längsbündels in die seitlich von ihm gelegenen Ursprungsmassen des Nervus acusticus (Fig. 256, 8, VIII), was mich früher bestimmte, dem hintern Längsbündel die Bedeutung eines Acusticusstranges beizulegen. Doch haben mich später Präparate von ausnehmend glücklicher Imbibiton aus der Brücke des Hundes befähigt, in eine noch feinere Anschauung des Sachverhaltes einzugehen, und mir gezeigt, dass das hintere Längsbündel in einer die Umbeugung eminent vorspiegelnden Weise von den centralen Acusticusbündeln nur durchflochten wird, während es nach abwärts zum Vorderstrange des Rückenmarks (Stilling) zieht.

Die geraden Fasern der Raphe hat zwar Stilling schon in die äussern Wurzeln des Acusticus (Striae medullares) übergehen sehen, doch vermittelt die überwiegende Mehrzahl derselben gewiss keine Verbindung mit dem Hirnschenkel, indem sie sich jenseits der Mittellinie als Fibrae arcuatae in den Kleinhirnschenkel verfolgen lassen.

Nach Allem, was vorliegt, darf man es für gewiss halten, dass eine irgend ergiebige unmittelbare Verbindung des Acusticus mit den Grosshirnlappen nicht vorhanden ist, sondern dass eine solche als physiologisches Postulat anzusprechende Verbindung nur mittelbar auf dem Wege durch das kleine Gehirn zu Stande kommen kann.

Unter den Verbindungssträngen, die das Kleinhirn aussendet, kann hierbei füglich nur an die Bindearme oder das Marksegel mit dem Vierhügelfrenulum gedacht werden. Sollte es berechtigt sein, die Bindearme auch der dem Sehnerv ebenbürtigeren Mächtigkeit wegen als die vermittelnde Bahn zwischen Nervus acusticus und grossem Gehirne anzusprechen, so würde die Haubenkreuzung die Bedeutung eines Chiasma des Gehörsinnes erlangen.

Der Ursprung des Nervus acusticus aber umfasst folgende, zum Theil aus den genannten Kernen hervorgehende Formen.

Zunächst ist eine, vor dem Kleinhirnschenkel durch die Brücke verlaufende vordere Hauptwurzel von der, mit ihren äussersten Bündeln den Kleinhirnschenkel umgreifenden hintern Hauptwurzel, welche die Striae medullares einbegreift, zu unterscheiden.

Die gesammelten Bündel der vordern Wurzel verlaufen in einer Mächtigkeit von 2 Mm. Höhe und etwas mehr als 1 Mm. Breite zwischen dem Strickkörper und der aufsteigenden Quintuswurzel, und setzen sich aus gekreuzt und aus ungekreuzt entspringenden Bündeln zusammen.

1. Die gekreuzten Bündel sind die innersten der vordern Wurzel und entspringen scheinbar aus dem innern Acusticuskern ihrer Seite. Diese Ursprungsbündel aber, welche, quer von der Raphe her ziehend, den innern Acusticuskern und die gleichseitigen Bündel der innern Kleinhirnstielabtheilung durchsetzen, leiten sich in zweifacher Form aus der innern Abtheilung des entgegengesetzten Kleinhirnstieles her. Einmal verlaufen sie aus dem Kleinhirnschenkel durch den innern Acusticuskern in einer Richtung, welche durch den Klangstab Bergmanns oder etwa durch mehrere aufsteigende Markstreifen J. Engels markirt sein kann (also bis zum innern Ende der queren Striae medullares herab), theils in Gestalt der genannten Formationen oberflächlich, theils tiefer (vor dem Facialisknie), um jenseits der Mittellinie in den ihrer Herkunft aus dem Kleinhirn entgegengesetzten innern Acusticuskern zu gelangen. Sie durchflechten hierbei beide hintere Längsbündel.

Vermöge dieses Verlaufes würden in Fig. 255 bei *H* die, hintere Querschnitte des innern Feldes vom Kleinhirnschenkel durchsetzenden Bündel H^1 mit den, dessen vordere Querschnitte durchflechtenden Acusticusbündeln 8^3 durch den innern Acusticuskern *VIII* hindurch eine gekreuzte Continuität bilden, deren ganzer Verlauf aber niemals in eine und dieselbe Querschnittsebene fällt. Eine Phase dieses Verlaufs zeigt Fig. 256 8″, *VIII*.

In ihrer zweiten Verlaufsform gehen die Kleinhirnbündel, ohne den innern Acusticuskern zu durchsetzen, durch den äussern Acusticuskern gerade nach vorn und in Fibrae arcuatae (Fig. 255 *a*) über, die sämmtlich vor dem

hintern Längsbündel verlaufen, in der Raphe sich aber nach dem grauen Boden umbeugen, um durch das hintere Längsbündel, und hinter ihm weg den entgegengesetzten innern Acusticuskern zu durchsetzen. Mit den Wurzelfäden, die nach der mittlern Kreuzung durch den äusseren Acusticuskern quer in die Acusticuswurzel verlaufen, bilden diese noch ungekreuzten Kleinhirnbündel ein rechtwinkeliges Gitter, in dessen Fenstern die Querschnitte nach abwärts ziehender Bündel der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels (Fig. 255 *H*, 257 *SFC*) stecken. Die innersten Bündel der vordern Wurzel durchsetzen den aufsteigenden Quintus, und die untersten treten nicht durch den Kleinhirnschenkel, sondern hart vor ihm in die Wurzel ein. Letzteres hielt Stilling, sie aus dem gleichseitigen Acusticuskern herleitend, für die einzige Ursprungsweise des Acusticus.

Die ungekreuzten Antheile der vordern Wurzel entspringen:

2. aus dem äussern Acusticuskern (Clarke, Dean), dessen grosse Zellen nach aussen von den Querschnitten eine ziemlich unvermengte Anhäufung bilden und ihre Fortsätze augenscheinlich in Wurzelfasern erstrecken (Fig. 255, 8^1). Die Flucht dieser Wurzelbündel setzt sich über die Nervenkörper hinaus in das Kleinhirn fort, und zwar, wie ich mich am Menschen zweifellos überzeugte, sowohl durch den Bindearm als nach aussen von ihm (Clarke, Dean) (Fig. 255 links *B*). Die grossen Zellen des äussern Acusticuskernes hängen nach Clarke auch mit den umgebenden Querschnitten und dem Gitter dazwischen zusammen.

3. aus dem Querschnitte des Strickkörpers (Fig. 255 *St*).

4. aus dem vordern Acusticuskerne (Stilling), der wieder ihren Uebergang in das Kleinhirnmark vermittelt (Fig. 255 8^2).

Zur hinteren Acusticuswurzel vereinigen sich:

5. oberflächliche Bündel, die Striae medullares, welche den innern Acusticuskern und den Kleinhirnschenkel bedecken. Sie gehen aus der innern Abtheilung des entgegengesetzten Kleinhirnschenkels durch Fibrae arcuatae hervor, die sich neben der Raphe nach hinten umbiegen und durch dieselbe bis zur Oberfläche des grauen Bodens gelangen.

6. die tiefliegenden Bündel der äussern Wurzel bedecken zwar den Kleinhirnschenkel ihrer Austrittsseite, nicht aber den grauen Boden, indem sie, die auf ihrer Ursprungsseite wie die Bündel der Markstreifen sich verhalten, in der Raphe nicht bis zur Oberfläche des grauen Bodens nach hinten laufen. Die hinteren dieser oberflächlichen Bündel durchmessen, bis nahe zur Mittelfurche gelangend, den ganzen inneren Acusticuskern. Die vorderen aber verlassen die Raphe noch vor dem grauen Boden, so dass sie auch auf Seite des Wurzelaustrittes Fibrae arcuatae bilden, welche die vordere Ecke des Acusticuskernes durchschneiden, und im Grau desselben hart am innern Rande des Kleinhirnschenkels nach rückwärts ziehen. Zwischen den hintersten Querschnitten der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels treten sie nach aussen und werfen sich mit den übrigen Bündeln der hintern Wurzel

über den Strickkörper (Fig. 257 die Bündel zwischen *X* und *X*[1], und die hinter *SFC*).

Ein anderer Bündelantheil der äussern Wurzel endlich durchsetzt nach Clarke's und Dean's richtiger Angabe den Strickkörper, statt ihn zu umgürten. Er dürfte wohl auch durch Bogenbündel aus der entgegengesetzten innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels hervorgehen. So wie der Acusticuskern selbst, reichen auch die mit ihm zusammenhängenden Bogenbündel und Wurzelfäden bis in die Region der Vaguswurzeln herab (Fig. 257 *VIII*).

Die reichhaltigen Bogenzüge, welche zum centralen Verlaufe der Acusticuswurzeln gehören, liegen hinter den mit der obern Olive verbundenen Querbündeln der hintern Brückenabtheilung.

Die Formation der grossen zerstreuten Nervenkörper der hintern Brückenabtheilung hängt mit ihnen zusammen. Wenn diese, wie Deiters annahm, als Ausstreuungen der motorischen Kerne des Facialis, Hypoglossus, Vagus und Accessorius zu betrachten wären, so liesse ihre Einfügung in die Acusticusbahn an einen centralen Zusammenhang der schallaufnehmenden und der schallerzeugenden Organe innerhalb dieser reflectorischen Sphäre, in der hintern Bahn des Grosshirnstammes denken.

Vielleicht wäre auch der Bezug ebenso verknüpfter Ausstreuungen auf den Abducens physiologisch nicht ganz undurchsichtig, wenn man der, den Schalleindrücken folgenden reflectorischen Auswärtswendung des Blickes gedenkt.

Die Querschnitte durch die Oblongata sind es, die in natürlicher Weise den von Deiters auf die Brücke nur künstlich übertragenen Typus eines mittleren Systemes hervortreten lassen, welches wirklich aus motorischen und sensorischen Antheilen gemischt ist. Zu ihm gehören das 9., 10. und 11. Gehirnnervenpaar, während das 12. Gehirnnervenpaar die Stellung eines vorderen (inneren), die aufsteigende Wurzel des 5. Paares die eines hintern (äussern) Nervenursprunges einnimmt (Fig. 257, 258 *X*, *XI*, *XII*, *S*, *G*).

Der Typus der letztern beiden Ursprünge findet sich in den vordern und hintern Wurzeln des Rückenmarkes gesondert wieder, der Typus des mittlern Systemes aber schliesst mit den untersten Wurzelbündeln des 11. Gehirnnervenpaares ab. Die Ursprünge des mittlern oder seitlichen gemischten Systemes, der Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii bieten so viel Gemeinsames, dass sie unter einem dargestellt werden können.

Der graue Boden, in welchem der grösste Theil ihrer Ursprungskerne lagert, lässt unterhalb der Striae noch als äussere Erhebung den innern Acusticuskern erkennen, dem nach aussen der äussere Acusticuskern mit den Bündeln der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels anliegt (Fig. 257 *VIII*, *SFC*). Diese Massen verschwinden nach abwärts allmählig und gleichzeitig, die Bündel laufen in Fibrae arcuatae des hintern Feldes der Oblongata aus.

Dem innern Acusticuskerne liegt anfangs unmittelbar eine mediale Erhebung an, die Clarke neuerdings als Fasciculus (eminentia) teres mit Recht hervorhebt (Fig. 257 von X[1]—X), denn die Hypoglossuskerne reichen nirgends bis

an das Ependym des grauen Bodens, sie sind in der Rautengrube sowohl, als vor dem Centralcanal von der Eminentia teres (Fig. 258 dunkle Masse hinter XII[1] und XII[2]) bedeckt, die aus kleinen (21—30 μ langen, 6—9 μ dicken Nervenkörpern und einer Menge Fasern besteht. Die Eminentia teres besitzt noch einen spindelförmigen, aus denselben Elementen bestehenden Anhang nach innen, den neben der Mittellinie liegenden medialen Kern (Figg. 257 X[3], 258 XI[3]). Beide, mit als Ursprungsmassen des seitlichen Systemes zu betrachtende Anhäufungen sind gleich unter den Striae am dicksten und verschmächtigen sich keulenförmig nach unten.

Vom Acusticuskerne und der Eminentia teres ist im Querschnitt die vordere Ecke des grauen Bodens zu unterscheiden, die sich zwischen die divergenten Grenzlinien jener beiden Massen einschiebt, und zuhöchst in der Oblongata die beiden Glossopharyngeuskerne Clarkes in sich einschliesst, unansehnliche Anhäufungen von 45 μ langen und 15 μ dicken meist spindelförmigen Nervenkörpern. Der äussere liegt in der Spitze der vordern Ecke, der innere um 1 Mm. weiter einwärts.

In tiefern Schnittebenen wird die vordere Ecke von dem hintern Vaguskern eingenommen (Fig. 257 X[1]), einer Masse, in der Clarke gleichfalls einen innern und äussern Kern unterscheidet.

Diese Anhäufung 30—45 μ langer, 12—15 μ dicker, spindelförmiger, gegen den Wurzelabgang tendirender Körper ist der obere Theil des Vago-Accessoriuskernes Stillings und kann mit den Clarke'schen Glossopharyngeuskernen auch als hintere Ursprungssäule des gemischten seitlichen Systemes aufgefasst werden, deren Fortsetzung im Rückenmark die Basis des Hinterhornes darstellen wird. Zuhöchst noch auf die vordere Ecke des grauen Bodens beschränkt (Fig. 257), dringt dieser Vaguskern, während Acusticuskern und Eminentia teres abnehmen, zur Ebene des grauen Bodens als Ala cinerea vor und liegt, in den Accessoriuskern übergegangen, seitlich (und hinten) vom Centralcanal (Fig. 258 XI[1]). Der Vago-Accessoriuskern ist von einer lockern Formation dunkel pigmentirter Nervenkörper übereinstimmenden Calibers umschwärmt, und hat nach aussen von sich eine durch eigenthümliche Aufrollung feinster Fibrillen abgegrenzte Anhäufung aus nur 21—24 μ langen 6 μ dicken Spindelzellen, die mit dem Aufhören des Acusticuskernes sichtbar wird, und nach Schluss des Centralcanales sich mit der im Obex eingeschlossenen Commissur verbunden zeigt. Ihre Spindelzellen tendiren gegen den Wurzelursprung.

Gegenüber dem Vago-Accessoriuskern liegt, von den Querschnitten der hintern Oblongatenabtheilung umschlossen, die vordere Ursprungssäule des seitlichen gemischten Systemes (Fig. 257 X[2]) ein oblonger, 3 Mm. vom centralen Höhlengrau entfernt liegender Kern aus 60 μ langen, 24 μ dicken vielstrahligen Nervenkörpern, zwischen welchen die Fibrae arcuatae des Hinterstrangursprunges hindurch ziehen, die mit ihren langen Fortsätzen deutlich verbunden sind. Diesen Kern hat Deiters nach seinen Andeu-

tungen von motorischen Ursprungsbündeln des Vagus richtig erkannt, Clarke aber in Consequenz seiner Verkennung des untern Facialiskernes für eine Fortsetzung des motorischen Quintuskernes gehalten.

Er ist wohl von dem weiter hinten und aussen liegenden Kerne des Seitenstranges, der unter den Nesterformationen angeführt wurde, zu unterscheiden.

Dieser vordere Ursprungskern des seitlichen Systemes vertritt in der Oblongata den Processus lateralis des Rückenmark-Vorderhornes. Er lässt obere, letzterer aber die untersten Ursprungsbündel des seitlichen Systemes als Nerv. accessorius aus sich entspringen (Fig. 261, XI).

An den vordern Rand der Quintuswurzel angeschmiegt, findet sich eine gestreckte, ziemlich dichte Anhäufung ansehnlicher, spindelförmig radiär gestellter Nervenkörper, die gleichfalls zu den Ursprungsmassen dieses Systemes zu gehören scheinen.

Mit dem Hirnschenkel sind die Ursprungsmassen des seitlichen Wurzelsystemes verbunden 1. durch Fibrae rectae der Raphe, die in die feine, gegen den Wurzelaustritt geschwungene Fasermasse der medialen Kerne und der Eminentiae teretes eingehen, und auch von Deiters als nicht zu den Hypoglossuskernen gehörige Randfasern um dieselben erwähnt werden (Figg. 257, 258 $X^1 R$, $XI^3 R$). 2. Durch die dem grauen Boden nächsten Fibrae arcuatae, die aus der Raphe in den Vago-Accessoriuskern eintreten (Stilling, Schröder, Clarke, Gerlach). Zwei andere Fortsetzungen des Hirnschenkels in das mittlere seitliche System der Oblongata gehen direct in dessen Wurzelbündel über. Sie bilden die ersten in der Aufzählung der Wurzelbündel des seitlichen gemischten Systemes:

1. Die gemeinsame aufsteigende Wurzel der Nervi glossopharyngei, vagi und accessorii, welche das schon von Stilling und Lenhossek gekannte solitäre Bündel darstellt, das unter dem grauen Boden dem Innenrande des Kleinhirnschenkels, und weiter unten des Hinterstranges anliegt (Figg. 257 ohne Bezeichnung, 258 W). Die Bündel desselben gehen innerhalb der Ursprungsebenen der obern Accessoriuswurzeln aus der Raphe hervor (Fig. 258), nahe oberhalb der Pyramidenkreuzung. Wahrscheinlich stammen sie aus der Pyramide, respective dem Fusse des Hirnschenkels. Sie bilden die, von hinten gezählt, zweite Ordnung der Fibrae arcuatae und sammeln sich zu dem Querschnitte der genannten aufsteigenden Wurzel an, die innerhalb der Ursprungsebenen der N. vagi bereits keinen Anwuchs durch Fibrae arcuatae mehr erhält. Dieses Bündel enthält hauptsächlich am Rande kleine (21—30 μ lange, 9 μ dicke) Nervenkörper, durch deren Vermittlung es in sehr feinen, gewunden abtretenden Zügen sich theils nach und nach den Wurzelbündeln des Nerv. accessorius und vagus zugesellt, theils mit einem noch ansehnlichen obern Ende in den Nerv. glossopharyngeus umbeugt. Diese Umbeugung vermittelt ein Häufchen der genannten kleinen Körper, das von dieser Hauptwurzel des Zungenschlundkopfnerven rinnenförmig eingeschlossen wird (Clarke).

2. Mediale Wurzeln des Nerv. vagus, die, von Fibrae rectae der Raphe ausgehend, zwischen den von ebendort stammenden Hypoglossuswurzeln und den Hypoglossuskernen als vordere Grenzbündel des grauen Bodens nach aussen in den Vagus eintreten (Fig. 257 X, X). Wahrscheinlich gehört diese Form des Ursprungs auch noch andern Wurzeln des seitlichen Systemes, als dem Vagus an.

3. Die Wurzeln aus den Ganglien der hintern Ursprungssäule des seitlichen Systemes, Ursprünge aus den genannten Kernen des Glossopharyngeus und dem Vago-Accessoriuskerne umfassend, welche nach innen von der gemeinsamen aufsteigenden Wurzel ihre Kerne verlassen (Figg. 257, 258 X^1, XI^1).

4. Wurzelbündel aus dem Fasciculus teres in den Vagus (Clarke).

5. Wurzelursprünge aus gelatinöser Substanz (Fig. 257 *G*) innerhalb der aufsteigenden Quintuswurzeln, die sich dem Nerv. vagus und glossopharyngeus während ihres Durchsetzens der Quintuswurzel beigesellen (Clarke).

6. Wurzeln aus der vordern Ursprungssäule des seitlichen Systemes, die ich für den Glossopharyngeus und Vagus (Fig. 257 X^2) fast in jedem Querabschnitte in Continuität verfolgen kann. Sie bilden, ähnlich wie der Nerv. facialis, parallel der Hauptwurzel gegen den grauen Boden laufend, und vor demselben sich umbeugend, ein Knie dieser beiden Nerven, das sich vom Facialisknie durch den Mangel eines senkrechten Verlaufstückes unterscheidet.

Der Gestalt und Grösse der Nervenkörper nach, und wegen der typischen Uebereinstimmung der seitlichen Lagerung ihres Kernes mit dem Facialis- und motorischen Quintuskerne sind diese Wurzelantheile als motorische Bündel des seitlichen Systemes anzusprechen.

7. Die untern Wurzeln des Nerv. accessorius entspringen bis an das unterste Ende der Pyramidenkreuzung aus dem lateralen Fortsatz des Rückenmark-Vorderhornes, und zwar meist nicht aus Zellen der Austrittsebenen, sondern durch Umbeugung aus entfernteren Partien (Stilling, Lenhossek, Clarke, Deiters). Unterhalb der Pyramidenkreuzung liegen die Ursprungszellen des Accessorius in einer geflechtartigen Zerklüftung des Vorderhornes nach aussen vom Processus lateralis (Formatio reticularis) und die Wurzeln, die zu höchst oben nach vorn divergirten, dann quer durch den Seitenstrang traten (Figg. 258 XI, 261 XI), laufen nun ganz nahe und parallel den Hinterhörnern, ohne aber deren gelatinöse Substanz zu passiren. Letzteres Ausweichen ist Regel für den gesammten Accessoriusverlauf (Stilling) (Fig. 258 XI).

Die Hypoglossuskerne liegen neben der Mittellinie des grauen Bodens, bei offener Rautengrube nach innen, nach dem Abschluss des Centralcanales nach vorn von den Vago-Accessoriuskernen, und in dem Ursprungsstücke der Hypoglossuswurzeln. Es ist jederseits ein innerer und äusserer, hart neben einander liegend, zu unterscheiden (Fig. 258 XII^1 XII^2), welche durch

ihre aus der Raphe hervortretenden Verbindungen von der kleinen Nervenkörpergruppe des v o r d e r n, in den Wurzeln steckenden Kernes getrennt sind. Die grossen Zellen der Hypoglossuskerne, die nach vorne noch weithin in die Raphe verstreut sind, messen 60 μ Länge und 21 μ Dicke, und sind mit ihrer Längsaxe den gleich zu beschreibenden knäuelartigen Bündelcurven im Innern der hintern Kerne angeschmiegt.

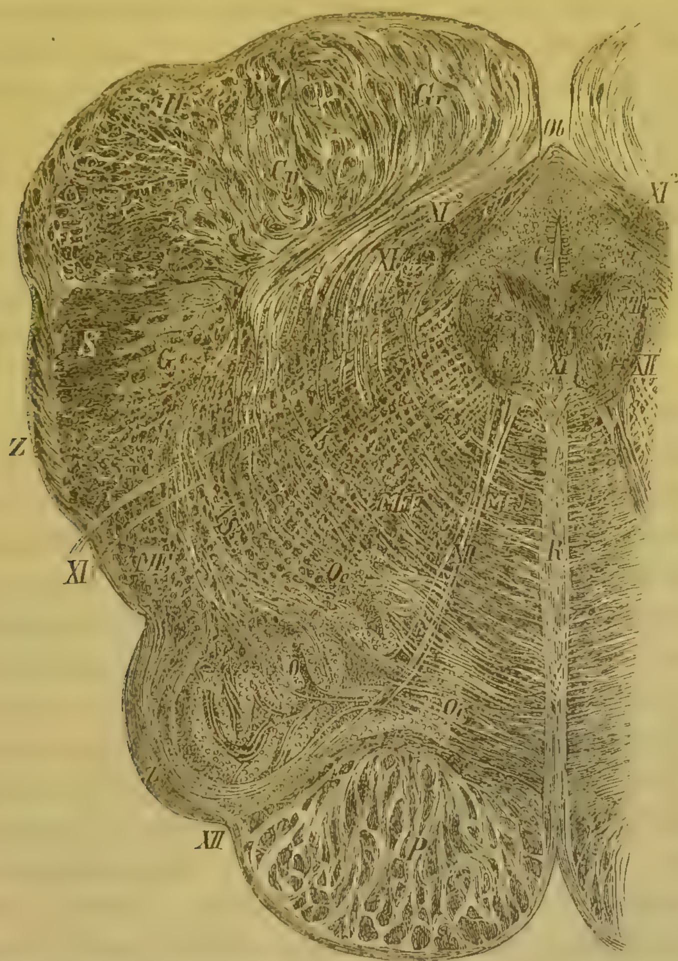


Fig. 258. D u r c h s i c h t i g e r Q u e r a b s c h n i t t a u s d e r m e n s c h l i c h e n O b l o n g a t a h a r t u n t e r d e r S p i t z e d e s C a l a m u s s c r i p t o r i u s. *C* Centralcanal. *P* Pyramide. *O* Untere Olive. *ME* Kern des Seitenstranges unweit der freien Aussenfläche desselben hinter der Olive. *S* Gegend des Rolando'schen Höckers (aufsteigende Quintuswurzel). *G* Gelatinöse Substanz mit Markquerschnitten aufsteigender Quintuswurzeln. *Z* Gürtelschichte, nach hinten den untersten Rest des Strickkörpers formirend. *H* Hinterstrang der Oblongata mit dem Kerne des Keilstranges (*Cn*) und des zarten Stranges (*Gr*). *Oe* und *Oi* äussere und innere Nebenolive. *R* Raphe. *MFJ*, *MFE* innere und äussere Abtheilung des motorischen Querschnittfeldes (Vorderstrang und Seitenstrang). XII^1 und XII^2 innerer und äusserer Knäuel des Hypoglossuskernes. *XII* Hypoglossuswurzel. *XI* Accessoriuswurzel. XI^1 Accessoriuskern. XI^2 Ein mit (*Ob*) der im Riegel verlaufenden Commissur verbundener Accessoriuskern. *W* Die aufsteigende Wurzel des seitlich gemischten Systemes. *AS* Fibrae arcuatae.

Zuvor aber will ich eine Verknüpfung aufweisen, welche die Hypoglossuskerne mit der von dem Ursprunge des Hinterstranges und andern Formen von Fibrae arcuatae durchsetzten hintern (reflectorischen) Abtheilung der Oblon-

gata finden. Man sieht nämlich nahe nach aussen von der Hypoglossuswurzel feine, graue, radiäre Nervenbündel entschieden von den Ursprungsmassen des Hypoglossus ausgehen und zu grossen ihnen parallelen Zellen gelangen, die etwa 25 Mm. nach vorne vom Hypoglossuskern liegen, und deren Fortsätze eine augenscheinliche Verbindung mit Fibrae transversae vermitteln. Diese radiären Fäden tragen zur feinen Felderung im Querschnitt des Projectionssystemes wesentlich bei, indem sie sich mit den Querbündeln durchkreuzen, was wohl von der Abgränzung gleichfalls feiner Querschnitte durch Anastomosen der Querbündel zu unterscheiden ist (Fig. 258 zwischen *XI* u. *XII*). Diese Bündel, wie nicht minder die pag. 790, 6 aufgeführten Wurzeln des seitlichen Systemes fallen unter die von Lenhossek beschriebenen Radiärbündel der Oblongata.

Die langläufigen Fibrae rectae, welche die Hypoglossuskerne mit der Pyramide verbinden, scheinen mit den besonders längs des innern Pyramidenrandes entwickelten zerstreuten Pyramidenkernen Stillings zusammenzuhängen, welche Nester aus Nervenkörpern bestehen, die mit denen der vordern Brückenabtheilung übereinstimmen. Diese Nester hängen zugleich mit geflechtartig in der Pyramide aufgelösten Theilen des Stratum zonale zusammen und es scheint daher, dass die Verbindungen der vordern Hirnschenkelbahn des Hypoglossus mit dem Kleinhirn durch das noch die Pyramide bedeckende Vorbrückchen vermittelt werden.

Diese Hirnschenkelbündel gehen nun durch einen knäuelartigen, in den Hypoglossuskernen eingeschlossenen Verlauf in die Wurzelfäden selber über. Das centrale Ende des Knäuels tritt mittelst der hintersten Fibrae arcuatae, die beschriebenen Fibrae rectae fortsetzend, aus der Raphe hervor. Nachdem diese Fibrae arcuatae längs des äusseren Randes jedes der beiden Hypoglossuskerne allgemach in dieselben eintraten, und mit den vielstrahligen Nervenkörpern sich verknüpften, treten sie längs des inneren Randes der Kerne in die Hypoglossuswurzeln ein, welche zum grössten Theil zwischen Pyramiden und Oliven, zum Theil durch die Olivenmasse hindurch nach aussen treten. Der nicht seltene Fall, dass solche Durchtrittsbündel im Inneren der Olive abgeschnitten endigen, hat Lenhossek und Schröder v. d. Kolk zu der irrigen Voraussetzung theilweiser Verbindung des Nerv. hypoglossus mit der Olive durch einen Pedunculus olivae geführt.

Alle Beobachter, neuestens Gerlach, nehmen auch ein directes Hervorgehen von Hypoglossusbündeln aus dem Hirnschenkel durch die Raphe an, welche als innerste Bündel der Wurzeln einen den Fibrae arcuatae entgegengesetzten, nach hinten convexen Verlauf durch die hinteren Vorderstrangsbündel nehmen (Fig. 258 XII).

Man kann aber nicht verbürgen, dass diese Bündel nicht auch noch in Nervenkörpern unterbrochen werden, namentlich in der Raphe. Allerdings wäre durch ihre Ununterbrochenheit eine Uebereinstimmung mit dem Facialisverlauf gegeben.

Eine gekreuzte Commissur zwischen beiden Hypoglossuskernen aus sehr feinen Fasern, die hinter dem Vorderstrang die graue Mittellinie durchzieht, hat GERLACH beschrieben und CLARKE zeigte an Längsabschnitten eine Verbindung des Facialisabducenskernes mit den Hypoglossuskernen, innerhalb des centralen Höhlengrau. Bezüglich derartiger Verbindungen sind gewiss noch manche schwierige Verlaufsfeinheiten aufzudecken, die für physiologisches Verständniss coordinirter Reflexerscheinungen von hohem Belange sein werden.

Die Querbündel in der hintern Abtheilung der Oblongata bilden oberhalb der Pyramidenkreuzung von vorne nach hinten sieben Ordnungen, welche ihren Zusammenhang mit folgenden differenten Theilen finden: 1. mit dem Strickkörper; 2. mit dem Hinterstrang (Keil- und zarte Stränge); 3. mit der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels; 4. mit der Acusticuswurzel; 5. mit der aufsteigenden Wurzel des seitlichen gemischten Systemes; 6. mit dem Glossopharyngeus- und dem Vago-Accessoriuskerne; 7. mit dem Hypoglossuskerne.

5. Das Kleinhirn.

Jenes hinter dem Grosshirnstamm gelegene Centrum, das Kleinhirn, dessen Einfügung dem eben abgehandelten Abschnitte des Projectionssystems sein unterscheidendes Gepräge verlieh, hält in seiner Massenentwicklung weit mehr mit der Entwicklung der Grosshirnlappen Schritt, als die Ganglien der Haube und die hintere Bahn des Stammes. Dieses Schritthalten betrifft wesentlich die Seitentheile, die Hemisphären des Kleinhirns, während der Wurm an niedrigeren Gehirnformen vorwiegend wird. Innerhalb dieser Hemisphärentheile sind es aber wieder die vorderen Gebiete ihrer oberen Fläche, die Flügel des Centralläppchens und die vierseitigen Lappen, die im menschlichen Kleinhirn ihre breiteste Entwicklung finden. HUSCHKE. Das Kleinhirn umfasst drei unterschiedene Formen grauer Substanz: 1. die Kleinhirnrinde, das verbreitetste und mächtigste seiner Centren; 2. die gezackten Kerne im Marke der Halbkugeln und 3. die Dachkerne STILLINGS im Marke des Wurmes.

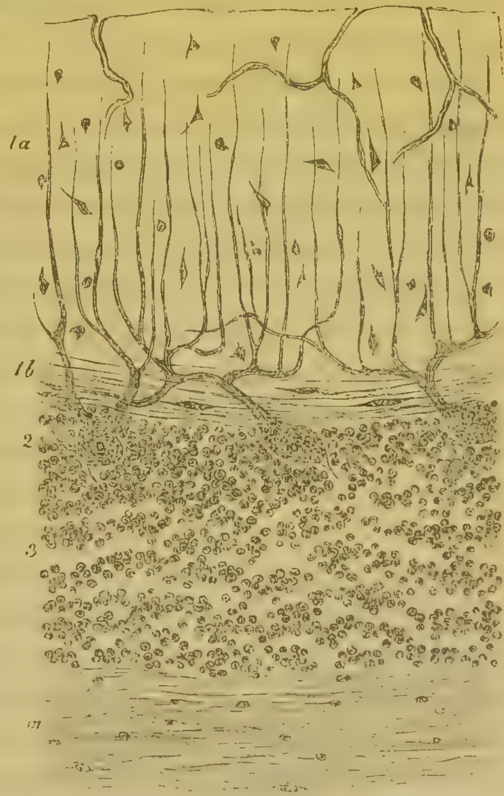


Fig. 259. Durchsichtiger Abschnitt aus der Rinde des menschlichen Kleinhirns. 1a äusserer Theil der reingrauen Schichte. 1b innerer Theil der reingrauen Schichte mit Spindelzellen und Fibrae arcuatae. 2. Die Schichte der PURKINJE'schen Zellen. 3. Die Körnerschichte. *m* Markleiste.

1. Die Rinde des Kleinhirns. OBERSTEINER hat gefunden, dass die drei schon von PURKINJE gekannten Schichten der Kleinhirnrinde im fötalen und im Kleinhirn des Neugebornen sich noch

um eine äusserste Schichte dichtgedrängter Bildungszellen vermehrt finden, welche später sich spindelförmig strecken und in die Bindesubstanzfäden der innersten Schicht der weichen Hirnhaut umwandeln. Dieses bindegewebige Involucrum enthält zugleich die verdickten dreieckigen Anheftungen jener an die Retinastructur gemahnenden radiären Stützbalken, die E. Schulze, Bergmann, Deiters hervorhoben, und die Obersteiner in ihrem Zusammenhang mit dem reticulären Stroma, bis zur innern Gränze der rein grauen Schicht hin, in allergünstigster Isolation bei Betrachtung einer, durch absumirenden encephalitischen Process gleichsam ausgeschwemmten Kleinhirnrinde vor Augen sah.

Die bleibend unterscheidbaren Schichten sind 1. die rein graue, äusserste; 2. die mittlere schmale Schicht der grossen Zellen Purkinje's und 3. die innere, grauröthliche oder Körnerschichte (Fig. 259 1*a* 1*b*, 2, 3). Die äusserste Schicht ist sehr reich an einer ganz mit der bindegewebigen Grundlage der Grosshirnrinde übereinstimmenden reticulär-molecularen Grundsubstanz, welche der einzige Stilling lediglich als einen Filz feinster Verzweigungen der Ganglienfortsätze auffasst. Eingebettet sind nebst anscheinend freien Kernen der Bindesubstanz kleine (6—10 μ messende) dreieckige (räucherkerzchenförmige) und spindelförmige Nervenkörper. Wegen der Hinfälligkeit ihres Protoplasmas ist hier oft schwerer, als in der Grosshirnrinde ihre Natur als Nervenkörper festzustellen.

An der innern Grenze dieser Schichte, und zwar je um die Furche zwischen zwei Windungsblättchen herum finden sich die kleinen Elemente spindelförmig gestreckt, in Parallelismus und in Verbindung mit einer Lage von transversalen, fein varicösen Nervenröhren (Fig. 259 1 *b*), die den entschiedenen Anschein von Fibrae propriae der Kleinhirnrinde geben. Sie dürfen aber vielleicht darum nicht mit voller Sicherheit als solche angesehen werden, weil, wie gleich zur Sprache kommt, eben um die Windungsfurchen herum auch die Fortsätze der benachbarten grossen Zellen sich transversal ausstrecken, so dass es sich immerhin um derartige, dann aber sicher auch mit den kleinen Zellen verbundene Fortsätze handeln könnte.

Die mittlere Schichte der Kleinhirnrinde enthält in einem einreihigen Nebeneinander die grossen Purkinje'schen Nervenkörper (Fig. 259, 2). Der mächtige (in Länge und Dicke 60—70 und 20—30 μ messende) Leib dieser Elemente ist am öftesten gegen die Körnerschicht hin anscheinend fortsatzlos aufgebläht, während die mächtigen nach aussen gewendeten Fortsätze immer ersichtlich sind. Nach Kölliker, Deiters, Koschewnikoff und Hadlich sendet jene innere Seite nur einen, nach den drei letztgenannten unverästigt in eine markhaltige Faser übergehenden Fortsatz aus, nach Stilling aber mehrere, sofort in der Körnerschicht netzförmig zerfallende, die nach Gerlach sich mit den Körnern verbinden. Hadlich dagegen theilt die Verbindung mit den Körnern den feinsten Ausläufern der grossen, in die reingraue Schicht verlaufenden, feinstreifigen Fortsätze zu, deren letzte Ausläufer, nach einer schon früher von

Obersteiner bemerkten Umbeugung, nahe der Oberfläche der Kleinhirnrinde rückläufig werden, und in ein mit den Körnern zusammenhängendes Netzwerk gelangen. Er führt schon im Groben als Wahrscheinlichkeitsgrund dafür an, dass auf der Höhe der Windungsblättchen die dichteste Aneinanderreihung der Purkinje'schen Zellen mit der grössten Breite der Körnerschicht, und wieder um die Windungsfurchen herum die spärlichste Verbreitung der erstern mit der grössten Schmalheit der letzteren zusammentreffe. Nach Obersteiner entfalten die Purkinje'schen Zellen ihre reiche, hirschgeweihähnliche Verästelung nur in einer und derselben Ebene, so dass jede derselben nicht einen Fibrillenkegel, sondern gleichsam die Rippung eines Blattes entwickelt, wodurch der blättrige Bau des Kleinhirnmarkes auch noch in der Rindenstructur zum Ausdruck käme. Endlich finden Obersteiner und Hadlich, dass das auffallende, transversale Auseinanderfahren der grossen, primären Fortsätze Purkinje'scher Zellen, vermöge dessen sie sich der Rindenoberfläche parallel erstrecken, im Gegensatz zu den gleichen Fortsätzen anderer, die sofort radiär gegen die Oberfläche zu wachsen, ein Verästelungstypus sei, der nur in dem die Windungsfurchen umkleidenden Rindenabschnitte vorkommt.

Die grossen Zellen scheinen mir von einer aus hyaliner Substanz bestehenden, nicht eng anliegenden Hülle umgeben, welche sich bis über die Abgangsstelle der grossen Fortsätze erstreckt. Obersteiner sieht sie als ein die Zelle lose einhüllendes Netz von Stützgewebsfasern an.

Die innerste Schichte, von Purkinje schon gekannt, von Gerlach einer aufmerksamen Würdigung unterzogen, besitzt die höchste Aehnlichkeit mit den im Riechlappen vorfindlichen Körnerschichten. Ihre Elemente erscheinen wegen eines ausserordentlich zarten, zerstörbaren Protoplasmas meist als winzige nackte Körner (6 μ gross), denen eine dreifache Deutung gegeben wurde. Gerlach und Kölliker glaubten in ihnen eine Anhäufung von Elementen der Bindesubstanz zu sehen, welche Gerlach dennoch von den nach innen gewendeten Fortsätzen der grossen Nervenzellen eingeschlossen sein liess. Henle und Merkel erblicken in ihnen Lymphkörperchen. Stilling fasst sie als kleinste multipolare Nervenkörper auf, die sich reticulär mit einander verknüpfen. Ihr oft genug deutlich ausgeprägtes, in mehrere nicht rasch sich verästigende Fortsätze auswachsendes Protoplasma (Fig. 235 e) ist im Kleinhirn des Neugebornen (wo es mir College Fries aus Vernek demonstrirte) scharf begränzt und von einer hyalinen Klarheit, durch welche diese Elemente sehr an die innern Körner der Retina gemahnen.

Das Mark des Kleinhirns ist in den Markleisten der Windungen reich an kernartigen Elementen, welche zum Theil noch Emissäre der Körnerschichte sein werden. Ein wesentlicher Antheil derselben ist aber als Bindesubstanzelemente aufzufassen, worüber ich durch die pag. 706 berührten, sich auch im Kleinhirnmark wiederholenden pathologischen Veränderungen gewiss geworden bin.

Nach Stilling sollten die Fasern des Kleinhirnmarkes im Widerspruche

zu den Bedingungen für die isolirte Leitung durchwegs netzförmig miteinander verbunden sein. Diese von keinem andern Beobachter constatirte Verlaufsweise kann doch nur durch die Confundirung eines bindewebigen Reticulums mit den Nervenelementen vorgespiegelt werden, unter jener Trübung des Bildes, mit welcher die Residua des veränderten Markes in nicht aufgehellten Schnittpräparaten die elementäre Anordnung überdecken. Stilling bereitet sich selbst einen wesentlichen Einwand, indem er trotz der vorausgesetzten allseitigen Verknüpfung die reine blätterige Trennung des Kleinhirnmarkes bei dessen Abfaserung hervorhebt.

2. Die von Vieussens entdeckten gezahnten Kerne (nuclei dentati) bilden, der untern markigen, über der Rautengrube liegenden Kleinhirnoberfläche nahe, graue, beim Menschen kraus gefaltete Blätter von 0.3 Mm. Dicke, deren Markfüllung durch einen nach innen und unten gewendeten Hilus hereintritt. Sie zeigen in ihrer feinen Kräuselung beim Menschen die auffallendste Aehnlichkeit mit den untern Oliven, welchen auch ihre 30 μ langen und 12 μ dicken Elemente gleichen. Ich unterscheide im Menschen an ihnen noch die gezackten Nebenkerne, welche weniger umfangreich, aber aus einem dickern, 0,6 Mm. messenden, grauen Blatte geformt, etwas nach unten und vorne von den erstern liegen, deren Elemente sie gleichfalls (durch ein Caliber von 45 μ Länge und 15 μ Dicke) übertreffen. Ihre Schlängelung ist weniger fein und dicht, als die der erstern, und die Continuität der Curven wird mehrfach durch starke, sie durchsetzende Markbündel unterbrochen. Bei den Säugethieren (schon bei Affen Fig. 255 *DD*) entbehrt der Nucleus dentatus die feine Ausprägung, die zierliche Schlängelung des menschlichen, er wird zu einer durch überwiegende Bindesubstanz aufgeblähten, einfach gekrümmten grauen Masse.

3. Die von Stilling entdeckten Dachkerne sind zwei im menschlichen Kleinhirn unter dem Centralläppchen des Oberwurmes gelegene, durch sorgfältige Ausschälung in ihren Verbindungen blosszulegende, convexe, von oben gesehen rhombische Massen von ungefähr 5 Mm Länge und Breite bei einer Höhe von 2 Mm. Sie sind durch eine schmale mediale Markschicht von einander getrennt und von viel Mark durchsetzt. Ihre grossen, mit starken Fortsätzen versehenen schlanken Nervenzellen, von 60 μ Länge, 15 μ Dicke und darüber, stimmen mit dem Caliber im äussern Acusticuskerne überein (Fig. 255 *T*).

Die Kenntniss des Markverlaufes im Kleinhirn ist noch ein sehr dürftiges und rohes Fragment. Stilling's im grossen Massstab angelegtes, in dem eingehendsten Detail sich ergehendes Werk, ist noch nicht über die Beschreibung des Züngelchens und des Centralläppchens hinaus gediehen. Zweifellos muss man im Kleinhirn Marksysteme, die in diesem Centrum entspringen und endigen, als Fibrae propriae den Armen desselben gegenüberstellen, die als Ausläufer zu bestimmten Theilen des Stammes gelangen.

1. Fibrae propriae. Burdach, Arnold und an Schnittpräparaten Stilling haben die allgemeinen Fibrae propriae als guirlandenförmig

längs der Innenfläche der Rinde von Windung zu Windung ziehende (in zarte Blätter geordnete) Bündel bemerkt. Ferner schildert STILLING noch weiter ausgreifende Systeme von besonderen Fibrae propriae, welche entferntere Strecken der Kleinhirnrinde miteinander verknüpfen. Seine Beschreibung erstreckt sich auf die nahe der Mittellinie verlaufenden, paarigen Bündel dieses Systemes. Er nennt sie Medianbündel. Eine vordere Abtheilung derselben verläuft von den vordersten Theilen des Oberwurmes auf dem kürzesten Wege unterhalb des Dachkerns paarig zu den Läppchen des unteren Wurmes, vom Züngelchen zum Knötchen. Eine andere Abtheilung, ein stärkeres paariges Medianbündel schliesst das erstere concentrisch ein, und verläuft in einem, zuerst gegen den Oberwurm convex nach oben, dann aber nach hinten gekrümmten Bogen abermals von den vordersten Windungen des Oberwurmes an bis zu den entlegensten (nämlich wieder vordersten) Windungen des Unterwurmes. Ausserdem findet sich im Kleinhirn auch eine vielfach entwickelte Masse von queren Commissurenbündeln, welche, die Mittellinie überschreitend, wohl wie das Balkensystem im grossen Gehirne identische paarige Bezirke der Kleinhirnrinde mit einander verbinden werden.

2. Die Arme des Kleinhirns. Von den Armen des Kleinhirns nehmen der Brückenarm und jedenfalls ein grosser Theil des Strickkörpers dort einen einfachen Verlauf. Die Kreuzungsstellen ihrer Bündel liegen, wie beschrieben, ausserhalb des Kleinhirnes. In der Kleinhirnmasse selbst bleiben sie bis zum Eindringen in die Rinde auf der Seite ihres Eintritts, wobei sie allerdings, sofern sie auch in die mediansten Partien eindringen, nach einwärts gerichtete Wege beschreiben, die geeignet sind, ein Hinstreben zu einer Kreuzungsstelle täuschend vorzuspiegeln.

Die Lagerung der fortgesetzten Arme des Kleinhirnes zu einander ist bedingt von der Lagerung der grauen Substanzen, mit welchen sie sich im kleinen Gehirn zu verbinden haben. Brückenarm und Strickkörper verbinden sich einzig mit der Rinde, der Bindearm aber zuvor mit dem gezahnten Kerne, und die innere Abtheilung des Kleinhirnstieles mit dem Dachkerne des kleinen Gehirnes. Weil nun die Rinde das äusserste Grau ist, der gezahnte Kern aber in einer mittleren Breite des Marklagers zwischen ihr und dem am meisten nach innen gelegenen Dachkern liegt, so lagern sich diese Arme im Kleinhirnmark derart, dass Brückenarm und Strickkörper die äussersten, der Bindearm die mittlere, die genannte innere Abtheilung dagegen die innerste Masse seines Lagers sind (Fig. 255 *Br*, *St*, *B*, *H'*).

Unmittelbar bedeckt wird übrigens der Nucleus dentatus von einer glatt ausschälbaren Lage des Strickkörpers, die sich in die Kerben seiner Oberfläche mit einbettet, vielleicht auch mit den Nervenkörpern in Verbindung tritt.

Der innerhalb der Haube des Hirnschenkels schon gekreuzte Bindearm schlägt, gleich den äussern Armen im Kleinhirn einen directen Weg ein und

erreicht den Hilus des gezahnten Kernes (Gratiolet), innerhalb dessen er radienförmig nach den ihm radiär entgegenstrebenden Nervenkörpern hin auseinanderfährt. Er bleibt aber bis zum Hilus hin kein unvermengter Querschnitt, sondern, wie schon in seinem freien Verlaufe durch Quintus-bündel, und weiter abwärts durch solche des Acusticus, wird er rücksichtslos von andern Bündeln des Kleinhirnmarkes, insbesondere der innern Abtheilung seines Pedunculus durchsetzt. Dieser innere Strang des Kleinhirnschenkels nimmt allem Anschein nach einen zweifachen Verlauf. Die innern Bündel desselben treten theils auf kurzem Wege in den gleichseitigen Dachkern, theils, indem sie mit nach oben geschwungenen Curven dessen Rande folgen, jedenfalls in den entgegengesetzten ein. Sie passiren dabei eine schmale mediale Markschicht, eine Art Raphe, die zwischen den Dachkernen liegt, und als Durchzugsgebiet von vorn nach hinten laufenden Markes (der Medianbündel Stillings) sehr opak erscheint. In dieser Raphe durchkreuzen sie sich und treten näher dem untern Rande in den entgegengesetzten Dachkern. Im Weiterfluss ihrer Verlaufsrichtung müssen sie in das Mark des Unterwurmes gelangen, dessen in alle Lappen der untern Hemisphärenrinde gelangende Commissuren sie mit letzterer in Verbindung setzen dürften. Die vorderste dieser Commissuren ist das hintere Marksegel, das durch ein Bündel der Stieles der Flocke mit der Rinde dieses Läppchens zusammenhängt.

Das zweite Bündel des Flockenstieles wirft sich bekanntlich über den Nerv. acusticus, um in der Seitenwand der Rautengrube aufwärts zu ziehen und wohl höher oben wieder mit dem Kleinhirnschenkel in das Kleinhirn zurückzukehren (Fig. 255 *F*).

Die äusseren Bündel des innern Stranges vom Kleinhirnschenkel (Fig. 255 H_2) treten ungekreuzt aus ihrer Durchsetzung des Bindearmes in das Mark des Kleinhirnes ein, den Dachkern nach innen lassend.

Die Bündel dieses innern Stranges fahren jedenfalls im Kleinhirn in so mannigfache Richtungen auseinander, dass an eine Verbindung desselben mit allen Gebieten der Kleinhirnrinde (so wie bezüglich des Brückenarmes und des Strickkörpers) ganz wohl zu denken ist.

Der Verlauf, den die Vertretung des Nervus acusticus im Kleinhirn nimmt, bleibt rücksichtlich der Kreuzungsverhältnisse ein ungewisser. Die ungekreuzten Bündel der vordern Acusticuswurzel (Fig. 255, 8^1 und dieselben Bündel links) entgehen, direct durch Bindearm und Nucleus dentatus setzend, der Kreuzung im Dachkerne. Ob aber auch die in der hintern Brückenabtheilung schon gekreuzten Antheile der vordern und die hintere Acusticuswurzel in der einmal erreichten Kleinhirnhälfte bleiben, wo sie von den Bündeln aus dem Querschnitt des innern Kleinhirnschenkelstranges nicht weiter unterscheidbar sind, ist nicht zu entscheiden. Ueberhaupt wissen wir nicht, ob etwa alle Bündel des innern Stranges vom Kleinhirnschenkel Theile der Acusticusbahn darstellen, oder nicht. Die Kreuzung

zwischen den Dachkernen bedingt eine Rückkreuzung wohl unter allen Verhältnissen, weil die Querschnitte der innern Abtheilung des Kleinhirnschenkels nach unten zu in Fibrae arcuatae auslaufen.

Die Ansicht, die schon Kölliker und Deiters ausgesprochen haben, dass das Kleinhirn eine im Allgemeinen schleuderartige Bahn darstellen müsse, die durch Umbeugung und Umwege sehr mittelbare Verbindungen zwischen dem Grosshirn und Nervenwurzeln einleitet, findet wohl kaum in einer andern Thatsache eine zwingendere Basis, als darin, dass der mit Leistungen der Grosshirnlappen so innig verknüpfte Nervus acusticus durch seine nächsten Verbindungen wahrscheinlich ganz im Kleinhirn verloren geht.

Die Umbeugung noch anderer Bahnen im Kleinhirn nach dem Grosshirn wird durch die so wahrscheinlichen Beziehungen des kleinen Gehirnes zum Muskelsinne postulirt. Doch kann es für die Leitung dieser Eindrücke eben nur eine wichtige Station darstellen, weil ihre wie bei andern Sinnesgebieten obwaltende Stellung zum Bewusstsein nach Wundt's glücklichem Ausdrucke auch im Grosshirn anlangende Signale dieser Sensationen bedingt. Ein Versuch, das Chaos möglicher Verbindungen der Ausläufer des Kleinhirns im Innern seiner grauen Substanzen zu durchleuchten, würde heute noch mit mehr Unterstellungen als Thatsachen rechnen müssen, und fällt daher über den Bereich eines morphologisch basirten Raisonnements hinaus. Von morphologischer Seite ist nur noch auf zwei, die Umbeugungstheorie stützende Thatsachen zu verweisen. Die eine liegt in der von Obersteiner und Hadlich bemerkten wirklichen Umbeugung der Fortsatzäste der grossen Purkinje'schen Nervenkörper, die zweite ist in der ganz eigenartigen Form dieser Nervenkörper gegeben.

Die Purkinje'schen Körper sind nämlich morphologisch bipolar. Ihr inneres und ihr äusseres Ende sind Rudimente zweier verschiedener Typen von Nervenkörpern. Könnte man einen Purkinje'schen Körper in zwei Hälften schneiden, und jede derselben mit einer gleichartigen Hälfte zu einem neuen ganzen Körper verbinden, so würde der aufgeblähte, gegen die Körner sehende Grund des nach dem gangbaren Ausdruck »flaschenförmigen« Körpers mit seinem (wahrscheinlich) nur einem schmächtigen Fortsatz, durch die Verdopplung jene blasenförmigen, fortsatzarmen Formen wiederholen, die in den Interspinalganglien, dem Gasser'schen Knoten, und an den absteigenden Quintuswurzeln (s. pag. 748) sich mit sensorischen Wurzeln verbunden zeigen. Die Hälfte, die in den Hals der Flasche, d. i. mit allmäliger Verschmälerung in die starken der rein grauen Schicht zugewendeten Fortsätze übergeht, würde bei ihrer Verdopplung eine der schlanken, an mächtigen Fortsätzen reichen Formen ergeben, die alle Urspungskerne motorischer Wurzeln bilden.

Der Purkinje'sche Körper wäre somit (falls Deiters', Koschewnikow's, Hadlich's Angaben bezüglich der unverästigten Verbindung mit einem Axencylinder richtig sind) durch sein wie sensorische Zellen gestaltetes Ende je mit

einer centripetalleitenden Faser und durch sein wie motorische Zellen gestaltetes verästigtes Ende mit mehreren centrifugalleitenden Fasern verbunden. Der Umstand, dass der weniger mächtige (faserärmere) Strickkörper in den Hinterstrang des Rückenmarkes übergeht, der weit mächtigere (faserreichere) Brückenarm aber mit dem bezüglich seines Ursprunges aus Linsenkern und geschwänztem Kerne motorischen Hirnschenkelfuss verbunden ist, lässt im Allgemeinen die Massenverhältnisse dieser Kleinhirnarme den Zahlenverhältnissen jener beiden Formen der Fortsätze parallel erscheinen, und erhöht die Berechtigung, in jeder Purkinje'schen Zelle einen die Umbeugung zweier Bahnen von verschiedener Bedeutung vermittelnden Knotenpunkt zu erblicken.

6. Die Formation des Ueberganges in das Rückenmark.

In der Formation der vorderen und hinteren Abtheilung der Oblongata war die Duplicität des Hirnstammes noch ausgeprägt, wie sie schon in der Scheidung der Hauptgruppen von Grosshirnganglien sich vorbereitet hatte und in Fuss und Haube des Hirnschenkels zum Durchbruch gelangt war.

Der Hirnschenkelorganisation hatte sich aber ausserdem noch ein Anwuchs hinzugesellt, der Kleinhirnschenkel, durch dessen Entbündelungen in das Innere des verlängerten Markes einerseits der wesentlichste Antheil des Bogenbündelsystemes, andererseits eingeschaltete graue Massen in compacter Form als Oliven, und in zerstreuten Formen in die Stammorganisation eingeführt wurden.

Der wesentlichste Unterschied der sich in diesem Abschnitt gestaltenden Rückenmarksorganisation von der Oblongata besteht nun in vier Punkten: 1. Während die Oblongata aus einer Fortsetzung der vorderen und hinteren Bahn des Hirnschenkels besteht, und während 2. in dem Kleinhirnschenkel noch ein Anwuchs, eine dritte Bahn hinzugelangt ist, bildet der Rückenmarksquerschnitt einen symmetrischen, in sich ganz gleichartigen und zusammenhängenden Markmantel, an welchem die dreifache Ursprungsbeziehung der Oblongata, so wie die Duplicität des Hirnschenkels gänzlich verwischt ist. 3. Während in der oberen Hälfte der Oblongata das centrale Höhlengrau in der breiten Entfaltung der Rautengrube sich repräsentirt und die motorischen und sensorischen Ursprungsmassen wesentlich in einem Nebeneinander als innere und äussere entwickelt sind, findet sich im Rückenmark die Organisation um eine geschlossene enge Höhle, den Centralkanal geordnet, und in Beziehung auf denselben sind die motorischen und sensorischen grauen Ursprungsmassen in einem Hintereinander als vordere und hintere zu einander gelagert. 4. Bildet das so gestaltete Höhlengrau im Gegensatz zu den vielgestaltigen und mehrfachen grauen Substanzen der Oblongata die einzige und einheitliche Gangliensubstanz des Rückenmarkes.

Diese Unterschiede werden durch zwei morphologische Hauptvorgänge beseitigt, nämlich durch die den Abschluss des Centralcanals bewirkende Bildung der Hinterstränge, die in die obere Hälfte der Oblongata fällt und durch die Pyramidenkreuzung, welche deren unterer Hälfte angehört.

1. Der Abschluss des Centralcanals. Indem unterhalb der grössten Breite der Rautengrube (Fig. 257) die Bündel des Strickkörpers (*MFC*), der äussern Abtheilung des Kleinhirnstieles, fortwährend sich in Fibrae arcuatae entbündeln, die nach Durchsetzung der Oliven (pag. 766 ff.) auf der entgegengesetzten Seite nach innen vom Strickkörper in Form der zarten und Keilstränge (als Hinterstrang) wieder erscheinen, so muss ersichtlich der Strickkörper durch Uebergang seiner Bündel in den entgegengesetzten Hinterstrang fortwährend an Masse abnehmen, die nach innen angränzende Markmasse des Hinterstranges jedoch in demselben Maasse wachsen. Wird aber an einem gegebenen Areal von einer Seite immer weggenommen, und auf der anderen Seite entsprechend zugelegt, so muss dieses Areal nach der Richtung des Zuwachses wandern. Der in seiner äusseren Abtheilung abnehmende, in seiner innern wachsende Querschnitt des Kleinhirnschenkels muss somit gegen die Mittellinie rücken. Dabei muss er die unmittelbar an seine innere Abtheilung gränzende äussere Colonne, die sensorische Abtheilung des grauen Bodens, welche zu oberst als Acusticuskern, weiter unten aber als Vaguskern erscheint, vor sich her nach innen drängen. Dadurch wird sich die Rautengrube fortwährend vertiefen, wobei weiterhin eine Lagerung dieser früher nach aussen vom Hypoglossuskern (Fig. 257) gelegenen grauen Massen hinter dem Hypoglossuskern (Fig. 258) Platz greifen wird, und, immer mehr nach einwärts gedrängt, werden endlich zuerst die Innenflächen der jetzt hinteren Colonnen der grauen Substanz und darauf die Innenflächen der immer mächtiger nach innen zu angewachsenen Hinterstränge zur Berührung kommen. Diese Berührung der paarigen grauen Substanz gedeiht bis zur Verschmelzung, unter dem Abschluss des Centralkanals. Zwischen den beiden Hintersträngen aber gestaltet sich die Hinterspalte der Oblongata. Es hat also nach dieser Richtung eine Annäherung an die Form des Rückenmarkes stattgefunden (Fig. 258 *C*). Diese Annäherung erscheint aber weit bedeutender, wenn man zugleich berücksichtigt, dass die Form des grauen Rückenmarkskernes in der Oblongata, abgesehen von der gegenseitigen Lagerung seiner Massen, schon fertig vorgebildet liegt. Die medialen, von der Bewegung der weit von ihnen abgelegenen Markmassen des Kleinhirnschenkels unberührten Hypoglossuskerne setzen sich unverrückt in die innern Theile der Vorderhörner des Rückenmarkes fort. Unterhalb des Verschwindens der innern Nebenolive sind es nicht mehr Hypoglossuswurzeln, sondern vordere Wurzeln des ersten Halsnervenpaares, welche diese Masse aussendet (Stilling). Der Processus lateralis des Vorderhornes ist gleichfalls schon (als die vordere Ursprungssäule des seitlichen Wurzelsystemes) in der

Oblongata vorhanden. Er findet aber bei den nach unten zu abnehmenden Durchmessern des Hirnstammes nicht mehr Raum zu einer vom Vorderhorne so entfernten selbständigen Lagerung und verschmilzt mit ihm in der Höhe der untern Accessoriuswurzeln.

Dagegen findet sich das Hinterhorn in der Oblongata bereits als ein zusammenhängendes Ganze eingeschlossen. Es besteht im Rückenmark aus dem Kopfe, dem wesentlich aus durchziehenden hintern Nervenwurzeln gebildeten Halse und der dreieckigen mit dem übrigen Rückenmarkskern verschmolzenen Basis, die Goll treffend das Halsdreieck des Hinterhornes nennt. Der Vaguskern, die vordere äussere Ecke der grauen Substanz, entspricht eben diesem Halsdreieck. Berücksichtigt man nun, dass der Kopf des Hinterhorns in der Oblongata als jene gelatinöse Substanz schon vorhanden ist, die einen Einschluss der aufsteigenden Quintuswurzeln bildet, dass diese weiterhin von den Vaguswurzeln durchsetzt werden, welche in die Spitze des ihnen entgegenwachsenden Dreiecks (Vaguskern) sich einsenken, so stellen die Vaguswurzeln zwischen dem genannten Kopf des Hinterhorns und der letzteren Masse als dessen Basis den Hals des Hinterhorns dar. Nur ist dieses vollständige Hinterhorn der Oblongata nach vorne und aussen gewendet, statt, wie das des Rückenmarkes, nach hinten und aussen.

Wenn nun der mit seinem Kern verwachsene Vagus die Drehung des Kernes nach einwärts mitmacht, so muss die gelatinöse Substanz (*G*) nach hinten rücken und die ganze Formation des Hinterhornes wird sich allgemach quer stellen, wie dies im Gebiete der untern Oblongatenhälfte die an die Stelle des Vagus getretenen hinteren Wurzeln vor Augen führen (Fig. 261 links). Es wird nun nur von der zwischen beiden Hinterhörnern gelegenen Breite der Hinterstränge abhängen, ob die im Kreise des Oblongatenquerschnitts sich bewegenden Radien der Hinterhörner die im Rückenmark vorhandene Annäherung an den durch die Hinterspalte gegebenen dritten Radius ausführen können. Weil nun (Figg. 258, 260, 261) die obere grosse Breite der Hinterstränge nicht von der Masse ihrer Bündel, sondern von dem Vorhandensein der zu den Kernen des zarten und Keilstranges gruppirten grauen Massen abhängt, so erlangt das Hinterhorn seine am Rückenmark bleibende Lage mit dem Entfallen dieser Massen aus den Hintersträngen, die ihnen nur bis zur Vollendung ihres Ursprungs durch den Zuzug aus den Pyramiden eingelagert bleiben.

Zugleich aber mit dem Unterschied in der Gestalt des centralen Höhlengrau, der zwischen Oblongata und Rückenmark herrschte, ist auch mit der Erschöpfung des Strickkörpers der Kleinhirnschenkel beseitigt, er ist in die Formation des Hinterstranges übergegangen und weil mit dem Abschluss dieses Vorganges die ihn vermittelnde Formation der Fibrae arcuatae verschwindet, so verschwinden auch die mit letzterer zusammenhängenden, der Oblongata eigenen Olivenkerne und die zer-

streuten Formationen von Nervenkörpern. Die Bildung des Hinterstranges bedingte aber den Schluss des Centralcanales, so dass sich beide Vorgänge gar nicht gesondert betrachten lassen.

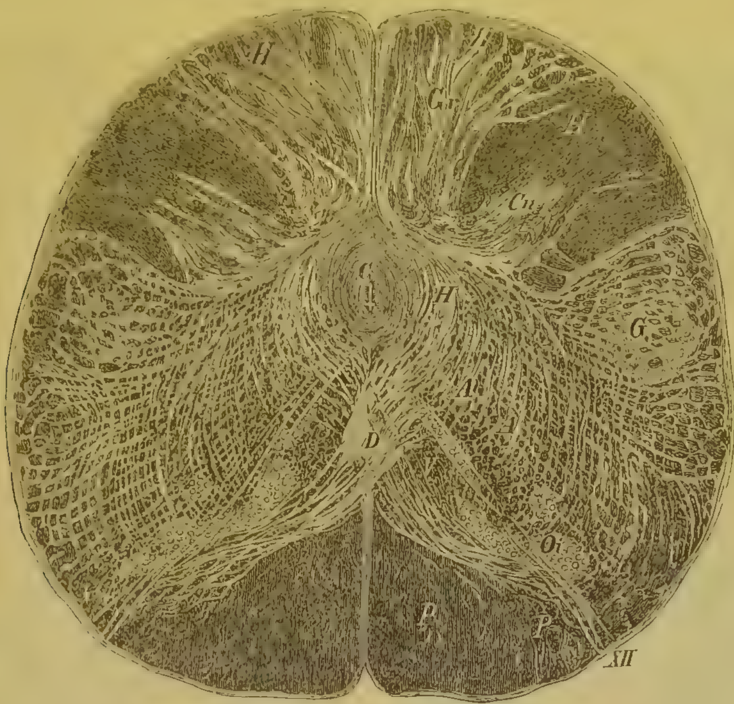


Fig. 260. Durchsichtiger Querabschnitt aus der untern Hälfte der menschlichen Oblongata, in der Höhe der obern Pyramidenkreuzung. *C* Centralcanal. *P* innere und mittlere Bündel des Pyramidenquerschnittes. *P'* äussere Bündel des Pyramidenquerschnittes. *G* Gelatinöse Substanz im Tuber cinereum Rolando. *H* Hinterstrang. *Cn* Kern des Keilstranges. *Gr* Kern des zarten Stranges. *Oi* innere Nebenolive. *XII* Hypoglossuswurzeln. *D* Kreuzungsstelle von äussern Bündeln des Pyramidenquerschnittes, welche in *H* der Umgebung des Centralcanals ausbeugen und in die Funiculi graciles und cuneati gelangen. *A A* Fibrae arcuatae, die mit der Hinterstranggegend, nicht aber mit den Pyramiden zusammenhängen. *V* der Vorderstrang.

So tritt nach dem Schluss des Centralcanals eine Formation des Oblongatenquerschnittes auf, die an ihrem Umfang die folgenden Segmente der Organisation verfolgen lässt (Fig. 260).

1. Die neben der Mittellinie gelegenen noch in voller Masse bestehenden Pyramiden (*P*) als Fortsetzung des Hirnschenkelfusses; 2. die Aussenfläche der hinteren Bahn des Stammes, der Fortsetzung der Haube des Hirnschenkels, die bestimmt ist, direct in den Vorderseitenstrang des Rückenmarks überzugehen (von *Oi* bis *G*). Dahinter erstreckt sich in dreifacher Gestaltung der Hinterstrang. An den Vorderseitenstrang der hinteren Abtheilung der Oblongata angrenzend, bläht sich 3. das Tuberculum cinereum Rolando's als der seine markige Umgebung durchschimmernde graue Kopf des Hinterhornes hervor, der in dieser Form hier seine collossalste Entwickelung findet. Theils in seinem Inneren und theils ihn umgebend, lässt er die Querschnitte noch tiefer entspringender Bündel der aufsteigenden Quintuswurzel erkennen.

4. Nach hinten vom Rolando'schen Höcker ist der dreieckige Kern des Keilstranges, und 5. nach innen von dem, neben der Hinterspalte, der keulenförmige Kern des zarten Stranges im Hinterstrang eingeschlossen, welche Bildungen (Fig. 258) sich gleich dem Tuberculum cinereum aussen plastisch markiren.

2. Die Pyramidenkreuzungen. Noch bestand innerhalb dieser Formation durch das Vorhandensein der Pyramiden die Duplicität des Hirnstammes, doch schickt sich die Organisation in zweien Anläufen zu ihrer Beseitigung an.

Zunächst gedeiht der Ursprung des Rückenmarkhinterstranges zur Vollendung, indem die äussersten Bündel der Pyramide (Fig. 260 *P*[1]) in lichten, feinen Zügen hinter den mittleren und inneren Pyramidenbündeln nach einwärts treten, die Raphe erreichen (*D*), in welcher sie sich durchkreuzen und als eine Art hinterster und unterster Formation von Fibrae arcuatae die nächste Umgebung des Centralcanales umbiegen, um in den Hinterstrang des Rückenmarkes überzugehen. Dies ist die obere, feinbündelige, sensorische Pyramidenkreuzung, und es haben eine Betheiligung des Hinterstranges an der Kreuzung der Pyramiden schon Clarke, Luys und Deiters erkannt.

Ueber den Ursprung der hier fortgesetzten äussersten Bündel des Hirnschenkelfusses in bestimmten Theilen der Grosshirnlappen wurde pag. 722 gesprochen. Auch Deiters führt an, dass die Hirnschenkelbündel ohne Lagenveränderung sich in die Pyramide fortsetzen, daher man die äussersten Pyramidenbündel mit den äussersten Bündeln des Hirnschenkelfusses für identisch halten muss.

Die äusseren Bündel der Pyramide werden aber durch jene Kreuzung, was wohl selbstverständlich ist, nicht allein in den Hinterstrang des Rückenmarks übergehen, sondern auch mit dem in den Kreuzungsebenen entspringenden Antheile der hinteren Wurzeln des ersten Halsnervenpaares in Verbindung treten, um sie von der gekreuzten Vertretung in den Pyramiden nicht auszuschliessen.

In den besprochenen Querschnittsebenen sind die Curven der Pyramidenhinterstrangsbündel noch von dem untersten Reste solcher Fibrae arcuatae umgeben (Fig. 260 A A), die dem oben geschilderten Kleinhirnursprunge des Hinterstranges angehören, und unterscheiden sich von ihnen durch die hintere Lagerung, den Zusammenhang mit der breiten Kreuzungsstelle (D), das stärkere Caliber und den Umstand, dass zwischen ihnen und den Querschnitten der hinteren Oblongatenabtheilung keine graue Substanz vorkommt. Dieses Nebeneinander zeigt, dass zwischen dem Durchflechtungsgebiete der Oblongata durch das Kleinhirn und ihrer untern Uebergangsformation nur eine ideale Gränze besteht.

Die gänzliche Aufhebung der Duplicität im Verlaufe des Hirnstammes erfolgt unmittelbar abwärts von der oberen Pyramidenkreuzung, sie fällt in das Ursprungsgebiet des ersten und zweiten Halsnervenpaares in Form der untern, grobbündeligen, der motorischen Pyramidenkreuzung.

Ihr gehört die grösste Masse des Pyramidenquerschnittes an, welche sich anschickt, durch breite Kreuzungsbündel (Fig. 261 *D*) über die Mittellinie zu treten und in den Seitenstrang der entgegengesetzten Seite überzugehen. Dieser Uebergang der Pyramide in den Seitenstrang geschieht, wie Clarke und Lenhossek es beschrieben, ohne Unterbrechung der Bündel in grauer Substanz. Die Bündel des Seitenstranges, die eben erst in querer Verlaufsrichtung aus der Pyramidenkreuzung hervortreten, durchflechten die feinen Querschnittareale anderer bereits in der Längsrichtung nach abwärts ziehender Bündel des Seitenstranges als F o r m a t i o r e t i c u l a r i s, die erst in den obersten Gebieten des Halsrückenmarkes abklingt (Stilling, Clarke, Deiters).



Fig. 261. D u r c h s i c h t i g e r Q u e r a b s c h n i t t a u s d e r m e n s c h l i c h e n O b l o n g a t a i n d e r H ö h e d e r u n t e r n P y r a m i d e n k r e u z u n g. *C* Centralcanal. *P* die in Auflösung begriffene Pyramide. *VL* der Vorderstrang und der Seitenstrang. *D* die Pyramidenkreuzung. *Cn* das Vorderhorn der grauen Substanz. *G* der Kopf des Hinterhornes (Tuberculum cinereum), welches nach hinten noch in einen Kern des Keilstranges ausladet. *H* der Hinterstrang. *XI* (weiss) unterer Wurzelfaden des Nervus accessorius. *XI* (schwarz links im Vorderhorn) Durchschnitte umbeugender Accessoriuswurzeln.

Diese Formatio reticularis schliesst allerdings in tiefer gelegenen Schnittebenen zahlreiche grosse Nervenkörper in sich ein, welche aber, wie Stilling, Lenhossek u. Clarke richtig erkannten, nur Ursprungszellen des Nervus accessorius sind. Eine derartige Ansammlung grauer Masse aber, um zu der plötzlichen Endigung einer so mächtigen Bildung, wie der untern Pyramidenkreuzungsbündel zulänglich zu sein, was Deiters angenommen hat, enthält die Formatio reticularis beim Menschen augenscheinlich nicht. Zwar ist Deiters einzuräumen, dass die Pyramidenkreuzung von Säugethieren, auf welche er sich, als für seine Auffassung schlagendere Bilder gebend, beruft, allerdings den Anschein von Zulänglichkeit der grauen Substanz in der Netzformation für die Unterbrechung der gesammten Pyramidenfasern weit mehr hervorrufen, als beim Menschen. Aber gerade der Umstand, dass die Säugethiere bei so sehr schwächern Pyramiden in ihrer Oblongata mehr graue Substanz erkennen lassen, als neben den starken menschlichen Pyramiden vorhanden ist, weist darauf hin, dass beide Bildungen nicht von einander abhängen. Vielmehr ist es auch an diesem Fundort die massenhafte Entwicklung

der grauen Bindesubstanz, durch welche das Säugethierhirn vom menschlichen sich unterscheidet, die ein der Ansicht von Deiters günstigeres Bild in der Oblongata des Kalbes und der Katze hervorruft.

Der Abstand im Kaliber der weit feineren Pyramidenfasern gegenüber den Markdurchschnitten des Rückenmarkseitenstranges, zu Liebe dessen Deiters eine Unterbrechung durch Nervenkörper fordert, muss also doch innerhalb der Continuität der Fasern sich gestalten. Clarke und Lenhossek glauben die Ansicht Burdachs rechtfertigen zu können, dass die Pyramiden, ausser gekreuzt in die Seitenstränge, auch noch direct in eine bestimmte Partie der Rückenmarksvorderstränge sich fortsetzen (Burdachs Grundbündel der Pyramiden), während Stilling und Deiters einen derartigen Uebergang der Pyramiden nicht wahrnahmen.

So wie in der sensorischen Pyramidenkreuzung die in gleicher Höhe entspringenden hinteren Nervenwurzeln vertreten waren, so hebt Clarke hervor, dass auch aus der untern Pyramidenkreuzung hervorgehende Bündel in das Vorderhorn der grauen Substanz zur Repräsentation der in denselben Schnittebenen entspringenden vordern Nervenwurzeln gelangen. Mit dem Uebergang des untersten Pyramidenkreuzungsbündels in den Seitenstrang ist im Bau des Projectionssystems und in der Anordnung seiner grauen Substanz der Rückenmarkstypus erreicht.

Indem die Bündel des Seitenstranges an der Kreuzung in der vordern Commissur des Rückenmarkes nicht betheiligt sind, erleiden sie zwischen ihrem Pyramidenverlaufe und dem Uebergang in vordere Wurzeln keine Rückkreuzung, und eignen sich in verständlicher Weise zur Weiterleitung des gekreuzt wirkenden Einflusses der Grosshirnlappen auf die Musculatur.

Uebersicht der angeführten literarischen Quellen.

Gesammthirn.

R. F. Burdach, Vom Baue und Leben des Gehirnes. Leipzig 1822. II. Band. — F. Arnold, Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1852. II. Band. — Leuret et Gratiolet, Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1839 — 1857. — Foville, Traité complet de l'Anatomie, de la physiologie et de la pathologie du système nerveux cerebro-spinal. Paris 1844. 1ère partie. — Luys, Recherches sur le système nerveux cerebro-spinal. Paris 1865. — A. Kölliker, Mikroskopische Anatomie. II. Band. 1. Hälfte. Leipzig 1850. — Reichert, Der Bau des menschlichen Gehirnes, erläutert an Durchschnitten. Leipzig 1859—1861. — L. Hirschfeld et J. B. Leveillé, Nevrologie, ou desciption et iconographie du système nerveux et des organes des sens de l'homme. Paris 1853. — Huschke, Schädel,

1) Am Schlusse vorliegender Darstellung des Gehirnbaues erscheint es mir als angenehme Pflicht, die verständnissvolle artistische Mitarbeiterschaft des Herrn Dr. Carl Heitzmann und des Malers Herrn Adolf Göbel in Wien dankend zu erwähnen, von welchen jener die Figg. 230 — 237, ferner 239, 240, 243 bis 246 und 259 dieser die noch zahlreicheren übrigen Figuren sorgsam nach der Natur auf Holz gezeichnet hat.

Hirn und Seele. Jena 1854. — Meynert, Das Gesammtgewicht und die Theilgewichte des Gehirnes etc. nach einer neuen Wägungsmethode. Vierteljahrschrift für Psychiatrie von Leidesdorf und Meynert. — Meynert, Ueber Unterschiede im Gehirnbau des Menschen und der Saugethiere. Mittheilungen der Wiener anthropologischen Gesellschaft 1870, No. 4. — Anatomie der Hirnrinde und ihrer Verbindungsbahnen mit den empfindenden Oberflachen und den bewegenden Massen, in M. Leidesdorfs Lehrbuch der psychischen Krankheiten, Erlangen 1865. — O. Deiters, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere. Braunschweig 1865. — Sulle origini e sull' andamento di varii fasci nervosi del cervello. Di G. Inzani e di A. Lemoigne. Parma 1861. — Jacubowitsch, Mittheilungen über den feineren Bau von Gehirn und Mark. Breslau 1857.

Grosshirnlappen.

Th. Bischoff, Die Grosshirnwindungen des Menschen mit Berücksichtigung ihrer Entwickelung bei dem Foetus und ihrer Anordnung bei den Affen. München 1868. — R. Berlin, Beitrage zur Structurlehre der Grosshirnwindungen. Erlangen 1858. — J. Kupffer, De cornu Ammonis structura. Dorpat 1859 — L. Clarke, Proceedings of the Royal Society. London 1863. — Stephany, Beiträge zur Histologie der Rinde des grossen Gehirnes. Dorpat 1860. — Meynert, Der Bau der Grosshirnrinde und ihre örtlichen Verschiedenheiten 1868. Viertelj. für Psychiatrie von Leidesdorf und Meynert. Ferner: Wiener medicin. Jahrbucher 1869. — Besser, Zur Histogenese der nerv. Elementartheile. Virch. Arch. XXXVI. Band. — Besser, Eine Anastomose zwischen centralen Gabglienzellen. Virch. Archiv. XXXVI. Bd. — R. Arndt, Studien über die Architectonik der Grosshirnrinde. M. Schultze's Archiv. III., IV. u. V. Band. — Koschewnikoff Axencylinderfortsatz d. Nervenz. a. d. Grosshirnrinde. Schultze's Arch. V. Band. — H. Obersteiner, Ueber einige Lymphräume im Gehirne. Sitzungsber. der k. Acad. d. Wissensch. Wien 1870. — Roth, Zur Frage von der Bindesubstanz in der Grosshirnrinde. Virch. Arch. XVIII. — Clarke, Ueber den feinern Bau des Bulb. olfactorius. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI. — G. Walter, Ueber den feinern Bau des Bulb. olfact. Virch. Arch. XXII. — M. Schultze, Abhandl. der naturw. Gesellsch. in Halle 1862. Band VII. — G. Owsjannikow, Ueber die feinere Structur der Lobi olfact. der Saugethiere. Müller's Archiv 1860. — F. Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a. M. 1857. Vom Geruchsorgan der Thiere, pag. 215. — Meynert, Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. A. v. Biesiadecki, Ueber das Chiasma nervorum optic. des Menschen und der Thiere. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. in Wien. XLII. Band.

Kleinhirn.

Purkinje, Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Prag 1837. pag. 180. — Gerlach, Mikroskopische Studien aus dem Gebiete der menschlichen Morphologie. Erlangen 1858. — Bergmann, Notiz über ein Structurverhältniss des Cerebellum etc. Zeitschr. f. ration. Med. Band VIII. — H. Hess, De cerebelli gyrorum text. disquis. Dorpat 1858. — F. E. Schulze, Ueber den feinern Bau der Rinde des kleinen Gehirnes. Rostock 1863. — B. Stilling, Untersuchungen über den Bau des kleinen Gehirnes des Menschen. Cassel 1865 und 1867. — J. Henle und F. Merkel, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystemes. Zeitschr. f. ration. Medic. 1869. — H. Obersteiner, Untersuchungen über die Rinde des kleinen Gehirnes. Sitzungsber. der k. Acad. d. Wissensch. Wien 1870. — Hadlich, Mittheilung über den Bau der menschlichen Kleinhirnrinde. Arch. f. Psychiatrie. Berlin 1870. — Koschewnikoff. Der Axencylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn des Kalbes. Schulzes Arch. V. Band.

Grosshirnganglien.

J. Wagner, Ueber den Ursprung der menschlichen Sehnervenfasern im Gehirn. Dorpat 1863. — Meynert, Ein Fall von Sprachstörung, anatomisch begründet. Medic. Jahrbücher,

Wien 1866. — MEYNERT, Beiträge zur Kenntniss der centralen Projection der Sinnesoberflächen. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. — JUNG, Ueber das Gewölbe im menschlichen Gehirn. Basel 1845.

Hirnschenkel.

MEYNERT, Studien über die Bedeutung des zweifachen Rückenmarkursprunges aus dem Grosshirn. Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1869. — GUDDEN, Ueber einen bisher nicht beschriebenen Nervenfaserstrang im Gehirne des Menschen und der Säugethiere. Arch. f. Psychiatrie. Berlin 1870. — MEYNERT, Die Medianebene des Hirnstammes als ein Theil der Leitungsbahn zwischen der Gehirnrinde und den motorischen Nervenwurzeln. Wiener allgem. med. Zeitung 1865 und 1866.

Brücke.

B. STILLING, Ueber den Bau des Hirnknotens oder der Varoli'schen Brücke. Jena 1846. — SCHRÖDER V. D. KOLK, Bau und Functionen der Medulla spinalis und Oblongata. Aus dem Holländischen von THEILE. Braunschweig 1859. — MEYNERT, Studien über die Bestandtheile des Vierhügels, soweit sie in den nächst unterhalb gelegenen Querschnitten der Brücke gegeben sind. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. XVII. Band. — L. CLARKE, Researches on the intimate structure of the brain. Second series. Phil. transact. London 1868. — O. DEITERS, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere.

Oblongata.

B. STILLING, Ueber die Textur der Medulla oblongata. Erlangen 1842. — L. CLARKE, Researches on the intimate structure of the brain. Phil. transact. London 1858 und Researches on the intimate structure of the brain. Second series. Phil. transact. London 1868. — LENHOSSEK, Neue Untersuchungen über den Bau des centralen Nervensystemes. Denkschr. d. k. Acad. d. Wissensch. Wien 1855. — SCHRÖDER V. D. KOLK, Bau und Functionen der Med. spin. und oblongata. — O. DEITERS, Untersuchungen über Gehirn und Mark des Menschen und der Säugethiere. — J. GERLACH, Ueber die Kreuzungsverhältnisse in dem centralen Verlaufe des Nervus hypoglossus. Zeitschr. f. rat. Medic. XXXV. Bd. — J. ENGEL, Ueber die Oberflächen des Gehirnes. Wiener med. Wochenschr. 1865. p. 1097. — J. DEAN, The gray substance of the medulla oblongata and trapezium. Washington 1864. (Mit Photographien).

Capitel XXXII.

Das sympathische Nervensystem.

Von

Dr. Sigmund Mayer.

In reicher Verbreitung im thierischen Körper, vorzugsweise in denjenigen Organen, an welche die Functionen des generativen und vegetativen Lebens geknüpft sind, und in der als sympathischer Grenzstrang bezeichneten Organisation präsentirt sich das sogenannte sympathische oder vegetative Nervensystem. Die einheitliche und regelmässige Gliederung, welche sich im Hirn-Rückenmarksystem findet, kommt dem sympathischen Nervensysteme in geringerem Grade zu; nur die Grenzstränge des Sympathicus mit den in regelmässiger Folge in ihm eingelagerten Ganglien bilden einen regelmässigen Typus. Im Uebrigen sind die Zellen und Fasern des Sympathicus mehr oder weniger regellos im Körper verbreitet und für gewöhnlich nur den vegetativen und generativen Organcomplexen zugetheilt. Während die Zellen des Cerebrospinalorganes auf dem Wege der Hirn- und Rückenmarksnerven sowohl die aus quergestreiften als aus glatten Muskelfasern bestehenden Organe zu beeinflussen vermögen, sind bis jetzt bei Säugethieren Beziehungen von sympathischen Nervenzellen zu quergestreiften Muskelfasern nur am Herzen aufgefunden worden.

Man hat in früherer Zeit vielfach darüber gestritten, ob das sympathische Nervensystem als ein selbständiges oder als ein im Wesentlichen vom Hirn-Rückenmarksysteme abhängiges aufzufassen sei. Man hat aber eingesehen, dass ein solcher Streit eigentlich gegenstandslos ist. Im Hinblick auf den notorischen Faseraustausch, der zwischen Sympathicus und Cerebrospinalorgan stattfindet, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass zwischen beiden nervösen Organen die innigsten Beziehungen existiren. Hirn-Rückenmark und sympathisches Nervensystem kann man füglich als eine funktionell zusammengehörige Organisation auffassen; nur dass im Hirn-Rückenmarkssysteme die Nervenzellen in grossen Haufen beisammen liegen, und die Verbindungen

zwischen den einzelnen Gliedern des Organs durch Fasern vermittelt werden, welche aus dem Territorium des Centralorganes nicht heraustreten und den Charakter der centralen Faser bewahren. Im Sympathicus dagegen sind die Zellen mehr auseinander gezerrt, und es erscheint die Verbindung zwischen Zellen des Sympathicus unter einander und mit Zellen des Cerebro-spinal-organes durch periphere Nervenfasern hergestellt. Während im Hirn-Rückenmarkssysteme das Princip der Centralisation der Elemente vertreten ist, spricht sich im sympathischen Systeme mehr das der Decentralisation aus.

Wie Hirn- und Rückenmark aus Zellen und Fasern aufgebaut sind, so ist es auch der Sympathicus, und hier wie dort nehmen die Fasern aus den Zellen ihren Ursprung.

Es sollen die beiden elementaren Bestandtheile des sympathischen Nervensystems, insofern sie gewisse Eigenthümlichkeiten darbieten, einer näheren Betrachtung unterzogen werden, indem wir betreffs der allgemeinsten Charaktere der Elementarbestandtheile des Nervensystems auf das III. Capitel dieses Handbuches verweisen.

Die Ganglienzellen des Sympathicus sind theils in grösseren Gruppen zu sogenannten Ganglien oder Nervenknoten vereint, theils liegen sie vereinzelt im Verlaufe von Nervenstämmchen eingeschaltet, oder in den Organen zerstreut.

Die Nervenknoten oder sympathischen Ganglien besitzen eine bindegewebige Hülle, welche Fortsätze zwischen die einzelnen Zellen sendet und so gleichsam Kapseln für die einzelnen Zellen herstellt. Das Bindegewebe bildet somit ein Fächerwerk, in welches die Nervenzellen eingetragen sind; zu gleicher Zeit ist es der Träger der Blutgefässe. Jedes Ganglion besitzt einen zutretenden und einen abgehenden Nerven, deren Fasern innerhalb des Ganglions eine verschiedene Verlaufsrichtung besitzen; ein Theil zieht von der Peripherie nach dem cerebro-spinalen Centrum, ein anderer Theil auf umgekehrtem Wege, ohne dass man bis jetzt wesentliche Merkmale kennt, welche die eine Gattung von Fasern von der anderen mit Sicherheit unterscheiden liesse. Die Nervenzellen sind in ein Gewühl von Fasern eingebettet, so dass ein Einblick in den Modus der Verbindung zwischen Nervenzellen und Nervenfasern nur aus einem eingehenden Studium gewonnen werden kann. Oft finden sich Zellen in dem Verlauf kleiner Nervenstämmchen eingestreut, und sie liegen dann entweder in der Mitte derselben oder am Rande.

Die sympathische Nervenzelle zeigt im Wesentlichen die Charaktere der Nervenzelle, wie sie im Capitel III dieses Handbuches bereits geschildert worden sind, und sie besitzt nur wenige Eigenthümlichkeiten, welche sie in eindringlicher Weise von der centralen Zelle des Cerebro-Spinalorganes scheiden lässt. Ebenso wie an verschiedenen Localitäten von Hirn und Rückenmark die Nervenzellen verschieden sich präsentiren in Bezug auf Form, Grösse, Zahl der Fortsätze, Configuration und Anzahl der Kerne u. s. w., so zeigen auch die sympathischen Zellen nicht allerwärts die gleiche Physiognomie.

Form: Die gewöhnlichsten Gestalten der sympathischen Nervenzellen sind die ovalen, runden, birnförmigen oder spindelförmigen. Aus dem Ganglion coeliacum hat Bidder Zellen beschrieben, welche geradlinige Begränzung zeigen und wie Quadern in Längsreihen angeordnet sind.

Derartige Formationen habe ich auch sehr häufig im Sympathicus des Frosches zu Gesichte bekommen.

Grösse: In einer Gruppe von Ganglienzellen, die in Einem Ganglion zusammenliegen, findet man für gewöhnlich ausserordentliche Differenzen in ihrer Grösse, der Art, dass eine Zelle eine neben ihr liegende bis um das 4fache in ihren Dimensionen übertrifft. Man hat früher ohne Grund angenommen, dass die sympathischen Nervenzellen durchgängig kleiner seien, als die centralen; man kann sich aber leicht von der Unrichtigkeit dieser Ansicht überzeugen, indem es leicht gelingt, aus den sympathischen Ganglien Zellen vom grössten Caliber zu isoliren. Was die Consistenz der Zellen betrifft, so scheint dieselbe eine festweiche zu sein; nach Veränderungen der Form in Folge äusserer Einwirkungen nehmen sie sofort auf Nachlassen der letzteren ihre frühere Gestalt wieder an, was dazu berechtiget, ihnen Elasticität zuzuschreiben.


Fig. 262. Drei quaderförmig aneinander gereihte Zellen.

An der sympathischen Nervenzelle lassen sich mit unseren jetzigen Hilfsmitteln eine Hülle, eine eigentliche Zellsubstanz, ein Kern und Kernkörperchen unterscheiden. Die Hülle oder Kapsel der Ganglienzelle ist nicht als Zellenmembran aufzufassen, sie ist vielmehr ein Analogon der Nervenscheide; sie besteht aus Bindegewebe, in welches öfters Kerne sich eingestreut finden. Auf das Verhältniss dieser Ganglienzellenhüllen zu der Bindegewebshülle des Ganglions ist bereits oben hingewiesen worden. An der inneren Fläche dieser Hüllen oder Kapseln hat Fräntzel an den sympathischen Zellen verschiedener Thiere und des Menschen ein einschichtiges, polygonales Plattenepithel nachgewiesen. Zuweilen zeigt die bindegewebige Hülle eine concentrische Schichtung ebenfalls mit eingestreuten Kernen.

Beale und Remak fassten diese allen wesentlichen Eigenschaften nach aus Bindegewebe bestehende Umhüllung als aus Nervenfasern bestehend auf. J. Arnold hat die Ansicht zu begründen versucht, dass an der sympathischen Nervenzelle des Frosches eine doppelte Umhüllung zu demonstriren sei, die eine stamme von dem Perineurium des Nervenstammes, die andere von dem Neurilemma der zutretenden Nervenfaser. Bei der Präparation sieht man sehr häufig die Zellen vollständig nackt, ohne jegliche Spur einer bindegewebigen Umhüllung.

Was die Substanz des Nervenkörpers betrifft, so besteht dieselbe aus einer homogenen Grundmasse, in welche feine Körnchen reichlich eingestreut sind. Die Fibrillärstructur, welche Max Schultze den Ganglienzellen zugeschrieben hat, konnten Arnold und Bidder nicht deutlich beobachten.

In der Zellsubstanz sieht man gar nicht selten feine Fäden in ziemlicher Anzahl verlaufen, welche vom Kern und Kernkörperchen ausstrahlen. Diese Fäden, von deren Existenz ich mich mit Arnold und Anderen hinlänglich überzeugt habe, sollen nach Arnold und Courvoisier Netze bilden; das Vorkommen dieses Netzes als aus Fäden, die in der Substanz der Nervenzelle verlaufen, bestehend, ist mehrfach angefochten worden. Kölliker glaubt nur an die Existenz eines Netzes an der Oberfläche der Zelle, welches nur der Scheide angehören soll. Ebenso wie Arnold aber habe ich beobachtet, dass diese Fäden auch an Zellen vorkommen, welche aus ihren Hüllen isolirt sind. Sander schreibt das Entstehen von Fasernetzen auf Zerklüftungen der Zellsubsanz — eine Ansicht, welche offenbar ihren Ursprung aus dem Studium sehr misshandelter Nervenzellen genommen hat. Fräntzel glaubt, dass das Bild eines Fasernetzes entstehen könne durch die Grenzen der an der Innenfläche der Hülle gelegenen polygonalen Endothelzellen.

In den sympathischen Nervenzellen, besonders ausgebildet beim Menschen, findet sich Pigment von gelber oder rostbrauner Farbe. Was die Anordnung dieses gewöhnlich körnigen Pigmentes betrifft so ist dasselbe entweder durch die ganze Substanz der Zelle zerstreut, oder nur an einer Stelle angehäuft. Die mikrochemischen Eigenschaften dieses Pigmentes sind nicht näher untersucht.

Der Kern der sympathischen Zelle ist gross, gegen die Substanz der Zelle selbst scharf abgegrenzt, wie sich besonders schön an Chlorgoldpräparaten demonstriren lässt, indem der Kern sich licht gegen die violett gefärbte Substanz der Zelle abhebt. Von einigen Seiten wird dem Kerne eine besondere Membran zugeschrieben, die man besonders aus dem nach Behandlung mit Reagentien oft sehr deutlich auftretenden Doppelcontour erschlossen hat. J. Arnold bestreitet die Existenz einer besonderen Kernmembran, und ich konnte so wenig als er aus meinen zahlreichen Beobachtungen an sympathischen Zellen und insbesondere an isolirten Kernen die feste Ueberzeugung von dem Vorhandensein einer besonderen Kernmembran gewinnen. Die Substanz des Kernes ist nicht homogen, es lassen sich feine Fäden in demselben beobachten, die aus dem Kernkörperchen entspringen.

Remak hat schon vor längerer Zeit die Angabe gemacht, die neuerdings Guye, Schwalbe und A. bestätigt haben, dass im Sympathicus des Kaninchens und des Meerschweinchens die Mehrzahl der Zellen doppelte Kerne besitzt; eine Beobachtung, von deren Richtigkeit man sich durch die einfachste Präparation an einem sympathischen Ganglion vom Kaninchen überzeugen kann. Auch an sympathischen Nervenkörpern des Hundes, der Katze, des Menschen und des Frosches habe ich die Duplicität des Kernes mehrfach beobachtet. Bidder beschreibt an den doppelkernigen Zellen

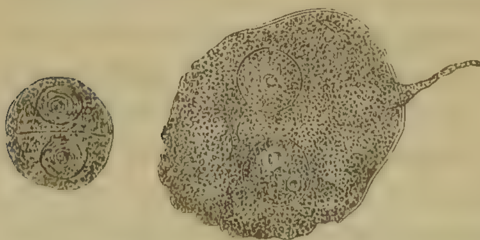


Fig. 263. Zellen mit zwei Kernen, eine vom Kaninchen, die andere vom Frosche.

des Sympathicus vom Kaninchen eine durch einen feinen Faden hergestellte Communication zwischen den beiden Kernen. Diese Beobachtung von Bidder kann ich nach meinen eigenen Untersuchungen vollständig bestätigen. An Kernen, die aus der Zellsubstanz isolirt waren, habe ich diese füglich als »Kerncommunicationsfäden« zu bezeichnenden, feinen Fasern ebenfalls dargestellt, so dass an eine Verwechselung mit Faltenbildung der Scheide, Gerinnungen in der Substanz des Nervenkörpers u. s. w. nicht zu denken ist.

Die Lage des Kernes ist eine sehr verschiedene, sowohl in Bezug auf die Stelle, welche er in der Grundsubstanz einnimmt, als auch hinsichtlich des Verhältnisses des einen Kernes zu dem anderen in denjenigen Fällen, in welchen zwei Kerne vorhanden sind. Einmal ist der Kern der Oberfläche des Nervenkörpers nahegerückt, zuweilen über sie hinausragend, das andere Mal liegt er mitten in die Substanz der Zelle eingebettet. Noch grösser ist die Mannigfaltigkeit in der Lagerung der doppelten Kerne; sie liegen entweder ganz oder nahezu in derselben Ebene, oder in verschiedenen Ebenen neben einander oder über einander durch Zellsubstanz scharf von einander getrennt. Die Fälle, in denen die Kerne nahezu in derselben Ebene liegen, eignen sich besonders zur Beobachtung der oben erwähnten Kerncommunicationsfäden.

Wie die Zellen selbst, so zeigen auch die Zellenkerne nicht unbedeutende Differenzen hinsichtlich ihrer Grösse. Bei der Untersuchung von Nervenkörpern aus den Ganglien verschiedener Thiere ist dieses Verhältniss nicht zu übersehen. So findet man bei der Durchmusterung der in überaus reicher Anzahl vorkommenden Nervenzellen an den die grossen Gefässe des Unterleibes begleitenden Nervengeflechten vom Frosche einmal grosse Zellen mit nur Einem grossen Kerne, dann grosse Zellen mit Einem grossen Kerne und einer Anzahl kleiner (Polarkerne, Courvoisier); drittens grosse Zellen erfüllt mit einer Anzahl kleiner Kerne; viertens kleine Zellen, deren Hauptmasse der Kern einnimmt, während die umhüllende Zone von Zellsubstanz ganz schmal ist; fünftens Zellen, in denen eine Anzahl von kleinen Kernen von nur wenig Zellsubstanz umgeben ist. Ganz dieselben Verschiedenheiten der Formen lassen sich auch an Säugethieren — (Kaninchen, Hund, Katze) beobachten; es herrschen aber bezüglich des vorwiegenden Vorkommens individuelle Verschiedenheiten. Auf die Bedeutung der eben geschilderten Verhältnisse gedenke ich an einem anderen Orte ausführlicher zurückzukommen.

Das Kernkörperchen ist ein Gebilde, welches sich für gewöhnlich in den Nervenzellen in ausserordentlicher Schärfe präsentirt. Insbesondere an stark pigmentirten Zellen vom erwachsenen Menschen tritt es aus der trüben Substanz des Kernes und der Zelle deutlich glänzend heraus. Seine Lage im Kerne ist eine wechselnde; dieselben Verschiedenheiten greifen hier Platz, wie wir es oben bezüglich der Lage des Kernes zum Leibe des Nervenkörpers geschildert haben. Gar nicht selten kommt es doppelt oder in noch höherer Anzahl im Kerne vor, entweder in annähernd gleicher oder mehr oder weniger verschiedener Grösse. Im Kernkörperchen selbst hat man noch ein weiteres,

aber in seinem Vorkommen nicht constantes Körperchen als Nucleolus beschrieben (Beale), dessen Existenz schon früher Mauthner für die Rückenmarkszelle erwähnt hat. Sviereczewski schildert Bewegungen am Kernkörperchen ähnlich der Molekularbewegung, die längere Zeit fortdauerten, wenn das Präparat vor Vertrocknung geschützt wurde.

Ein wichtiges Merkmal der sympathischen, wie der centralen Nervenzelle ist die Existenz von Fortsätzen an denselben. Früher ist von vielen Forschern behauptet worden, im Sympathicus kämen in beträchtlicher Menge fortsatzlose (apolare) Zellen vor, während jetzt die Mehrzahl der Histologen die Existenz apolarer Zellen in Abrede stellt. Es ist sicher, dass man früher allzusehr geneigt war, aus dem Umstande, dass man bei der Beobachtung fortsatzlose Zellen häufig fand, zu folgern, die Eigenschaft der Ganglienzellen, Fortsätze zu entsenden, komme nicht allen Ganglienzellen zu. Da aber die Fortsätze in Folge der Präparationseingriffe sehr leicht abreissen und andererseits die relativ gewaltige Masse der Nervenzelle die Beobachtung einigermaassen erschwert, so dürfte allerdings die Behauptung gerechtfertigt erscheinen, dass in einer sehr grossen Anzahl von Fällen der beobachtete Mangel an Fortsätzen ein künstlich hervorgerufener gewesen sei.

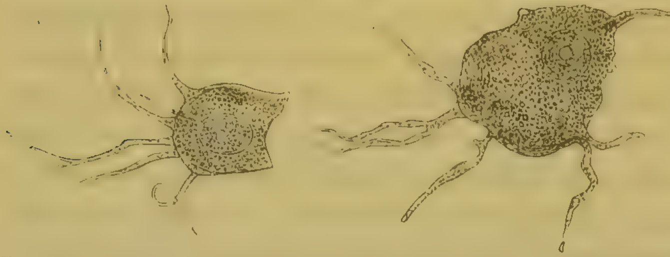


Fig. 264. Zwei multipolare Zellen, eine vom Kind, eine vom Erwachsenen.

Mit Kölliker muss ich aber nichtsdestoweniger aufrecht halten, dass im Sympathicus Zellen vorkommen, an denen keine Spur eines Fortsatzes zu constatiren ist; ebensowenig wie Spuren einer stattgefundenen Zerreissung.

Auch die früher erwähnten, in Längsreihen angeordneten quaderförmigen Zellen spotten jeder Bemühung, Fortsätze an ihnen zu demonstriren, wie diess auch neuerdings Bidder hervorgehoben hat. Es scheint aber, als ob diese fortsatzlosen Zellen erst in der Entwickelung begriffen wären und noch nicht functioniren.

Die Mehrzahl der sympathischen Ganglienzellen ist entschieden multipolar; die Fortsätze gehen zum Theil über in Nervenfasern, zum anderen Theile dienen sie zur Verbindung von Ganglienzellen unter einander. Im letzteren Falle sind die Fortsätze für gewöhnlich sehr kurz und es kommt die Anastomose zweier Ganglienzellen durch eine kurze Brücke, wahrscheinlich in Folge der Zertrümmerung bei der Präparation relativ selten zur Beobachtung.

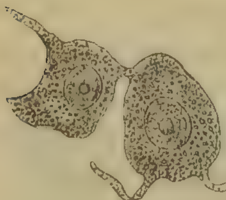


Fig. 265. Zwei Zellen durch eine kurze Brücke verbunden.

Eine Trennung der Fortsätze in die von Deiters für die centrale Ganglienzelle aufgestellten Kategorien der Axencylinderfortsätze und der verästigten

Fortsätze ist auch für die sympathische Zelle durchzuführen versucht worden. SCHWALBE beschreibt einen Fall, in dem eine isolirte Zelle aus dem Sympathicus der Katze eine derartige Scheidung der Fortsätze in mehrere verästigte und in Einen Axencylinderfortsatz gezeigt habe; auch BIDDER erwähnt ähnliche Beobachtungen. Aus dem Ganglion coeliacum des Kaninchens habe ich eine Zelle isolirt, welche neben mehreren verästigten Fortsätzen in grosser Deutlichkeit zwei andere Fortsätze zeigte, welche sich in geringer Distanz vom Zellkörper mit Nervenmark belegten und demgemäss als Axencylinderfortsätze aufzufassen waren. Somit scheint es, als ob die sogenannten Axencylinderfortsätze nicht ausnahmslos einfach vorhanden sind. Eine eigenthümliche Form unipolarer Zellen hat AUERBACH als opposite Stellung der Zellen bezeichnet: zwei Zellen in Einer Scheide liegend und an den von einander abgekehrten Polen nach entgegengesetzten Seiten je Einen Fortsatz entsendend. Wie SCHWEIGGER-SEIDEL habe ich diese Form gar nicht selten an verschiedenen Orten im Sympathicus aufgefunden.

In der Lehre von den Fortsätzen der sympathischen Nervenzelle wurde ein schöner Fortschritt angebahnt durch die ungefähr zu gleicher Zeit gemachte Entdeckung von BEALE und J. ARNOLD, dass von dem schmalen Ende der mehr oder weniger glockenförmig gestalteten Nervenzelle im Sympathicus des Frosches zwei Fortsätze entspringen. Der eine Fortsatz setzt seinen Weg in gerader Richtung fort; gerade Faser (J. ARNOLD), straight fibre (BEALE), der andere Fortsatz windet sich in Spiraltouren um die gerade Faser herum, Spiralfaser (J. ARNOLD), spiral fibre (BEALE). Die grade sowohl wie die Spiralfaser liegen innerhalb einer, gewöhnlich kernhaltigen Scheide, welche die directe Fortsetzung der Ganglienzellenhülle darstellt. An beiden Fasern sieht man nicht selten Kernanschwellungen, wie sie an marklosen Nervenfasern schon zum öfteren beschrieben worden sind. Nach mehr oder weniger langem gemeinschaftlichen Verlaufe trennen sich beide Fasern um nach entgegengesetzten Richtungen weiterzuziehen. Beide Fortsätze sollen ihrer Wesenheit nach nervöser Natur sein, und der wichtigste Beweis für diese von ARNOLD und BEALE vertretene Anschauung liegt darin, dass es diesen Forschern gelungen ist, den Uebergang beider Fortsätze in notorische dunkelrandige Fasern zu beobachten.


Fig. 266. Spiralfaser.

Das Verhältniss der Spiralfaser zur geraden Faser unterliegt grossen Schwankungen, sowohl in Bezug auf ihre Dicke als auch bezüglich der Anzahl der Touren, in welchen die Spiralfaser um die gerade Faser herum gelegt ist. Gewöhnlich übertrifft die gerade Faser an Dicke die Spiralfaser; doch kommen auch Fälle zur Beobachtung, in denen dieses Verhältniss nicht ausgesprochen, oder gar umgekehrt ist. Die Spiralfaser ist öfters in mehrfacher Anzahl vorhanden, dann aber gewöhnlich von geringerem Durchmesser, als wenn nur

eine einzige existirt. Die Anzahl der Windungen ist ebenfalls sehr verschieden; zuweilen ist der spiralige Typus gar nicht ausgedrückt und beide Fasern liegen im geraden Verlaufe neben einander; in anderen Fällen liegt die Spiralfaser wie ein Korkzieher um die gerade Faser herumgewunden. Jüngeren Zellen soll nach Beale die Spiralfaser überhaupt abgehen; die Anzahl der Windungen der Spiralfaser soll desto grösser sein, je älter die Zelle ist. Bei meinen auf diesen Punkt gerichteten Untersuchungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass die allerdings sehr häufig existirende Spiralfaser durchaus nicht allen sympathischen Zellen des Frosches gleichmässig zukömmt. In diesem Betreff kommen bei verschiedenen Individuen grosse Verschiedenheiten vor, von denen es sehr wahrscheinlich ist, dass sie im Zusammenhang stehen mit verschiedenen Entwickelungsstadien, welche die Nervenzellen durchlaufen.

Im Wesentlichen theilen die Ansichten von Arnold und Beale über die Natur der beiden von der sympathischen Zelle des Frosches entspringenden Fortsätze Arnstein und Kollmann, Courvoisier, Guye und Bidder, indem sie ebenfalls die Spiralfaser als eine nervöse Bildung gelten lassen; Schwalbe ist geneigt, zweierlei Arten von Spiralfasern anzunehmen, erstens solche von nervöser Natur, die aus der Substanz der Ganglienzelle entspringen und nur wenige oder gar keine Spiraltouren um die gerade Faser machen, und zweitens solche, die als Verdickungen der Scheide aufzufassen sind und sich aus einem Fasernetze am Grunde der Zelle entwickeln. Krause betrachtet die Spiralfaser als unwesentliche Bildungen von nicht nervöser Natur und glaubt, dass dieselbe entweder elastische Faser darstelle oder ihre Bildung auf Faltungen des Neurilemms zurückzuführen sei. Dieselbe Auffassung hat Sander vertreten, indem er die Entstehung der Spiralfaser zurückführt auf Risse und Falten der inneren Scheide der geraden Faser. Die Verfolgung der Spiralfaser in eine dunkelrandige Nervenfaser ist den genannten Forschern ebensowenig wie Kölliker gelungen.

Die Spiralfaser, deren Existenz zuerst an den sympathischen Zellen des Frosches dargethan wurde, soll nach Courvoisier auch den höheren Wirbelthieren zukommen; nur sei bei letzteren der Typus der spiraligen Umwindung der geraden Faser mehr verwischt und der Verlauf der beiden von dem einen Pole der Zelle ausgehenden Fortsätze ein mehr oder weniger paralleler.

Seit der Entdeckung der Spiralfaser ist in der Nomenclatur eine Unklarheit entstanden, daher rührend, dass einige Autoren (Arnold, Guye) diejenigen Zellen, welche von einem Pole zwei differente Fortsätze entsenden, unipolare nennen, andere hingegen (Beale, Kollmann und Arnstein) bipolare; Courvoisier schlägt vor, die Stelle, wo die gerade Faser und die Spiralfaser abgehen, einen Holopol, Zwillingspol oder Pol schlechtweg zu nennen; jede einzelne Zelle hätte dann zum Ursprung einen Hemipol. Zellen mit zwei an derselben Stelle entspringenden Fasern will Courvoisier Geminipol genannt wissen.

Was die Ursprungsstätte der Fortsätze betrifft, so sind mit Rücksicht auf diesen Punkt die Histologen in zwei Lager getheilt, wie diess schon in

Kapitel III auseinander gesetzt worden ist. Während die einen den Ursprung der Fasern in den Kern und das Kernkörperchen der Zelle verlegen, wie abgesehen von älteren Autoren, Arnold, Fräntzel, Arnstein und Kollmann, zum Theil auch Bidder, leugnen andere, wie Kölliker, Schwalbe, jegliche enge Beziehung der Fortsätze zu Kern und Kernkörperchen; Courvoisier giebt an, er habe die gerade Faser wohl am Kerne, aber nicht im Kerne oder im Kernkörperchen enden gesehen.

An der überaus grossen Anzahl von Zellen, die ich, mit Rücksicht auf diesen Punkt untersucht habe, insbesondere an Zellen aus dem Sympathicus von Säugethieren, habe ich immer die Fortsätze aus der Zellsubstanz selbst ihren Ursprung nehmen sehen dergestalt, dass die Zellsubstanz sich direct in den Fortsatz gleichsam auszog, und es ist mir niemals ein Zusammenhang der Zellfortsätze mit Kern oder Kernkörperchen zu Gesichte gekommen. Zuweilen sieht man, wie auch Schwalbe angegeben hat, den Fortsatz an seiner Einsenkungsstelle in die Zelle pinselförmig auseinander fahren. Ich habe aber die weitere Ueberzeugung gewonnen, dass sehr häufig von den Zellen neben den Fortsätzen von relativ starkem Caliber, die ihren Ursprung aus der Zellsubstanz selbst nehmen, noch ein zweites System von sehr feinen Fäden ausgeht, welche ihren Ursprung im Kern und Kernkörperchen haben. Es sind diese feinen Fortsätze nichts Anderes, als — die schon früher erwähnten Kern- und Kernkörperchenfäden. Sie gehen zum Theil in die Bahn der groben Fortsätze ein, theils verfolgen sie ihren eigenen Weg; es gelingt aber sehr selten, diesen feinen Gebilden nach ihrem Heraustritt aus der Zellsubstanz noch auf längere Strecken zu folgen. Einmal habe ich beobachtet, wie ein feiner Fortsatz der beschriebenen Art sich in den Axencylinder einer markhaltigen Faser einsenkte; einer ähnlichen Beobachtung hat auch Beale Erwähnung gethan. Den Ursprung der geraden Faser vom Kernkörperchen, der hie und da zur Beobachtung kommt, kann man sicherlich nicht als die Regel bezeichnen; in Fig. 267 ist eine Zelle aus dem Sympathicus des Frosches abgebildet, in welcher der gerade Fortsatz, an dem sich bei sehr starker Vergrösserung eine fibrilläre Structur constatiren liess, mitten durch die Zellsubstanz bis in den Kern vordringt; dort angekommen, liess sich seine Endigungsweise nicht genauer feststellen. Ich zweifle aber nicht daran, dass unter günstigeren Bedingungen sich in der That in einzelnen Fällen der Nachweis des Zusammenhanges der geraden Faser mit dem Kernkörperchen führen lässt.

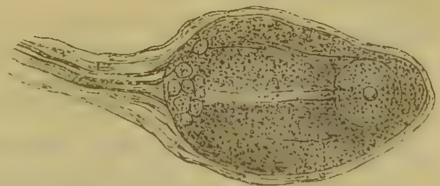


Fig. 267. Fortsatz bis zum Kern.

Auch über die Ursprungsstätte der Spiralfaser ist bis jetzt eine Uebereinstimmung der Meinungen noch nicht erzielt worden. Arnold hat angegeben, die Spiralfaser entwickle sich aus einem Netze, welches die Kernkörperchenfäden in der Substanz der Zelle bilden; Beale lässt die Spiralfaser von dem mehr oberflächlichen Abschnitte der Zellsubstanz, wo auch gewöhnlich

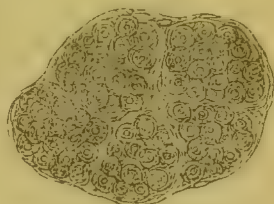
einige accessorische Kerne liegen, ausgehen. Der Ansicht Arnolds hat sich Courvoisier anfangs vollständig, in einer zweiten Publication aber mit einiger Reserve angeschlossen. Derselbe beschreibt ausserdem noch Verbindungsfäden von dem Kernkörperchenfadennetz zu benachbarten Ganglienzellen, die er Commissurenfasern nennt. Arnstein und Kollmann beobachteten zwar Fäden, die aus der Tiefe der Zellsubstanz gegen den Stiel der Zelle zusammentraten, aus deren netzförmiger Verknüpfung die Spiralfaser ihren Ursprung nimmt; den Zusammenhang dieses Netzes mit den Kernkörperchenfäden aber konnten sie nicht constatiren. Auch Bidder konnte sich von dem Uebergange des von ihm aufrecht erhaltenen Fasernetzes in die Spiralfaser nicht überzeugen.

Was die physiologische Bedeutung dieser beiden Fortsätze betrifft, so existiren darüber nur Vermuthungen. Die Frage, welche der beiden Fasern als zutretende (vom Cerebro-spinalorgan entspringende) und welche als abtretende (nach der Peripherie sich wendende) aufzufassen sei, hat Arnold dahin beantwortet, dass er vermuthet, die gerade Faser sei die zutretende, die Spiralfaser aber die abtretende. Arnstein und Kollmann haben sich in ähnlichem Sinne ausgesprochen. Nach Versuchen von Courvoisier, in denen er nach der Durchschneidung der Rami communicantes die Degenerationsvorgänge studirte, entarten zuerst die geraden Fasern, sodann die Zellen und zuletzt die Spiralfasern. Diese Resultate sprechen ebenfalls für die Arnold'sche Auffassung. Da hingegen erklärt Bidder, ebenfalls gestützt auf Durchschneidungsversuche am N. vagus des Frosches, die Spiralfaser für die zutretende, die gerade Faser für die abtretende.

Ueber fortwährende im heranwachsenden und erwachsenen Individuum vor sich gehende Entwicklungs- und Rückentwicklungsvorgänge hat Beale eine Reihe von Angaben gemacht. Seine wichtigsten Argumente stützen sich auf die gleichzeitige Anwesenheit von Zellen der verschiedensten Grösse, Configuration, Zahl und Natur der Fortsätze u. s. w. im Sympathicus desselben Individuums. Beale nimmt drei Modalitäten der Entwickelung von Nervenzellen an.

Erstens sollen Zellen entstehen aus einer feingranulirten, körnigen Masse, ähnlich der, aus welcher die embryonalen Gewebe aufgebaut sind, mit welcher Nervenfasern in Verbindung stehen. Zweitens sollen neue Zellen durch Theilung einer Nervenzelle und drittens Zellen aus den Kernen von Nervenfasern entstehen. Die Beobachtungen und Ausführungen von Beale haben in Deutschland wenig Beachtung gefunden. Sander verhält sich den Beale'schen Angaben gegenüber absprechend, aber, soweit meine Erfahrungen über diesen Gegenstand reichen, nicht mit Recht. Die von Beale beschriebenen verschiedenen Formen von Ganglienzellen, welche verschiedenen Entwicklungsstadien zu entsprechen scheinen, lassen sich beim Frosche, allerdings nicht in allen Individuen gleich häufig, beobachten. Auch in den Ganglien der von mir untersuchten Säugethiere finden sich Momente genug, die auf rege Entwick-

lungsvorgänge in denselben hindeuten, so die ausserordentlich variirende Grösse der Nervenkörper und der Kerne, das Vorkommen diffuser, feinkörniger Massen mit zahlreichen, eingestreuten, glänzenden Körpern, die reihenweise angeordneten fortsatzlosen Zellen u. s. w. Ueber diese Punkte gedenke ich mich demnächst an einem anderen Orte ausführlicher zu verbreiten. Beim Frosche ziehen bei der Untersuchung des Sympathicus vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich die Anhäufungen kleiner, aus Kern und wenig Substanz bestehender Körper, welche von einer bindegewebigen Kapsel umhüllt sind. Diese Zellennester liegen dann wieder in wechselnder Anzahl beisammen, wiederum von einer gemeinsamen, bindegewebigen, öfters kernhaltigen Kapsel umhüllt. Sie stehen mit Nervenstämmchen in Verbindung. Die eben beschriebenen Bildungen finden sich in sehr wechselnder Anzahl bei verschiedenen Individuen.


Fig. 268. Zellennest.

Die Fasern des Sympathicus stammen zum Theil aus dem Cerebrospinalorgan, theils entspringen sie aus den sympathischen Nervenzellen. In den Rami communicantes verlaufen sowohl Fasern vom Rückenmark und den Spinalganglien nach dem Sympathicus, als auch umgekehrt. Letztere Fasern mögen dann entweder im Rückenmark ihren Weg weiter nach dem Centrum fortsetzen oder in der Bahn der Rückenmarksnerven sich nach der Körperperipherie hinbegeben. Nach Courvoisier verbreiten sich bei den von ihm untersuchten Thieren (Taube, Kaninchen, Frosch) die Rami communicantes im Gränzstrange gleichmässig nach oben und nach unten, im Spinalnerven aber etwa zu $^1/_3$ central-, zu $^2/_3$ peripheriewärts. Die vom Cerebrospinalorgan herkommenden Fasern setzen nicht etwa nur durch die sympathischen Ganglien hindurch, sondern sie treten jedenfalls auch in Continuität mit den Zellen derselben, wie erst neuerdings wieder Courvoisier durch Versuche mit Durchschneidung der Rami communicantes und Untersuchung der consecutiven Degenerationsvorgänge gezeigt hat. Bei Durchschneidung der Rami communicantes degenerirt der sympathische Stumpf dem grösseren Theile seiner Fasern nach, ebenso nehmen die Zellen in einer eigenthümlichen von Courvoisier beschriebenen Art an dem Degenerationsprocesse Antheil. Der spinale Stumpf entartet nur zum geringen Theil. Nach Courvoisier ist die Entartung in den Fasern des sympathischen Stumpfes der Rami communicantes eine primäre und tertiäre, d. h. letztere erst von der Zelle aus auf die von der Zelle abgehende Faser übertragen. Was die Natur der Fasern des Sympathicus betrifft, so hat man die Ansicht jetzt aufgegeben, dass das sympathische Nervensystem charakterisirt sei durch das Auftreten von markhaltigen Fasern von viel feinerem Caliber, als sie im Cerebrospinalorgan vorkommen. Im Sympathicus kommen allerdings sehr verbreitet vor feine und mitteldicke, dunkelrandige Fasern, sowie die verschiedenen Formen markloser Fasern. Bezüglich der Charakteristik dieser Gebilde wird auf das dritte Capitel dieses

Handbuches verwiesen. Die von COURVOISIER geschilderten sog. Uebergangsfasern, die abwechselnd ihre Markscheide abzulegen und wieder aufzunehmen scheinen, habe ich im Sympathicus vom Frosche nicht selten gesehen. Ob diese Fasern als Kunstproducte aufzufassen, wie einige Autoren wollen, kann nur durch weitere Untersuchungen entschieden werden.

Was die Verbreitungsweise des sympathischen Nervensystems betrifft, so werden die gröberen Verhältnisse, Verlauf des Grenzstranges, Zahl der Ganglien u. s. w. in den Handbüchern der systematischen Anatomie geschildert. Beginnend mit den trefflichen Untersuchungen von REMAK und BIDDER hat man sympathische Ganglienzellen in reicher Anzahl in fast allen Organen des vegetativen und generativen Lebens aufgefunden.

Im Circulationsapparate beherbergt das Herz Ganglienzellen (REMAK, BIDDER, vergl. auch Cap. VII dieses Handbuchs), ebenso die Gefässe (BEALE, LEHMANN), und die Lymphdrüsen (SCHAFFNER); in der Steissdrüse, welche nach den neuesten Untersuchungen über diesen Gegenstand, als dem Gefässsysteme adjungirt angesehen wird, hat LUSCHKA Ganglienzellen beschrieben, die aber von anderen Forschern nicht constatirt werden konnten. Im Verdauungstracte finden sich in seinem ganzen Verlaufe vom Schlunde abwärts Ganglienzellen in der Submucosa (REMAK, MEISSNER) und im Muskelstratum (AUERBACH). In der Schleimhaut des Magens über der Muscularis mucosa hat ganz in jüngster Zeit TRÜTSCHEL eine Schicht grosser multipolarer Zellen beschrieben. Sie sollen mit einander durch Ausläufer verbunden und nervöser Natur sein. In den dem Verdauungsapparate zugetheilten Speicheldrüsen (Mund- und Bauchspeicheldrüsen) hat man in reicher Anzahl Ganglienzellen aufgefunden (KRAUSE, SCHLÜTER); in den Ausführungsgängen der Leber und des Pancreas sind Ganglienzellen von MANZ beschrieben worden.

Im Respirationsapparate finden sich Nervenkörper in der Lunge und im Gewebe des Kehlkopfs und der Trachea. Der Urogenitalapparat beherbergt Ganglienzellen in der Harnblase und im Ureter, im Hoden (LETZERICH) an der Prostata und im Verlauf der Schwellkörper (LOVEN), dem Vas deferens, im Uterus und in der Scheide. Ganglienzellen sind unter den sog. Drüsen ohne Ausführungsgänge in den Nebennieren vorgefunden und von FLEISCHL in einem als Thymus aufgefassten Organe vom Frosche neuerdings beschrieben worden.

Die Sinnesorgane weisen in der dem Sehapparate adjungirten Thränendrüse und in dem Ciliarmuskel (H. MÜLLER) Nervenkörper auf; in der aus quergestreiften Fasern bestehenden Iris muscularis des Huhnes hat v. HÜTTENBRENNER Zellen beobachtet, die er als Nervenzellen aufzufassen geneigt ist. Die eingehendere Schilderung der in den Organen zerstreuten peripheren Ganglienzellen mag an den betr. Orten nachgesehen werden.

Neuere Literatur.

1) J. Arnold, Zur Histologie der Lunge, Virchow's Archiv, Bd. XXVIII.
2) Derselbe, Virchow's Archiv, Bd. XXXII.
3) Derselbe, Ein Beitrag zu der feineren Structur der Ganglienzellen. Virchow's Archiv, Bd. LXI.
4) L. S. Beale, On the structure of the so-called apolar, unipolar and bipolar nerve-cells of the frog, Philosophical transactions of the royal society of London for the year 1863. Vol. 153. pag. 543.
5) Bidder, Die Endigung der Herzzweige des N. vagus beim Frosche, Archiv von Reichert, und du Bois-Reymond 1868. pag. 1—50.
6) Derselbe, Die Nervi splanchnici und das Ganglion coeliacum. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond 1869, pag. 472—518.
7) Courvoisier, Beobachtungen über den sympathischen Grenzstrang. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. II. 1866, pag. 13.
8) Derselbe, Ueber die Zellen der Spinalganglien sowie des Sympathicus beim Frosch, Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IV. 1868, pag 125.
9) Fleischl, Ueber den Bau einiger sog. Drüsen ohne Ausführungsgänge. Sitzb. der k. k. Akademie zu Wien, Jahrg. 1869. Bd. LX.
10) Friedländer, Ueber die nervösen Centralorgane des Froschherzens; in v. Bezold's Untersuchungen aus dem physiolog. Laborator. in Würzburg, Leipzig 1867.
11) Fräntzel, Beitrag zur Kenntniss von der Structur der spinalen und sympathischen Ganglienzellen. Virchow's Archiv, Bd. XXXVIII. pag. 549.
12) Guye, Die Ganglienzellen des Sympathicus beim Kaninchen. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften 1866, No. 56.
13) v. Hüttenbrenner, Ueber eigenthümliche Zellen in der Iris des Huhnes. Sitzb. der k. k. Akademie zu Wien, Jahrg. 1869, Bd. LX.
14) Kollmann und Arnstein, Die Ganglienzellen des Sympathicus. Zeitschrift für Biologie. Bd. II. pag. 271.
15) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage.
16) W. Krause, Zeitschrift für rationelle Pathologie 1865. Bd. XXIII.
17) J. Sander, Die Spiralfasern im Sympathicus des Frosches. Archiv von Reichert und du Bois-Reymond, 1866, III. Heft, p. 398.
18) Schwalbe, Ueber den Bau der Spinalganglien nebst Bemerkungen über die sympathischen Ganglienzellen. Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd IV.
19) Svierczewski, Zur Physiologie des Kernes und Kernkörperchens der Nervenzellen des Sympathicus. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1869, No. 41.
20) Trütschel, Ueber die Endigung der Nerven in der Schleimhaut des Magens. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften, 1870, No. 8.

Auf die ältere Literatur ist in mehreren der citirten Abhandlungen und in Kölliker's Handbuch hingewiesen.

Capitel XXXIII.

Die Geschmacksorgane.

Von

Th. W. Engelmann
in Utrecht.

A. Geschmacksorgane des Menschen und der Säugethiere.

Schon seit langer Zeit hat die Physiologie beim Menschen die vornehmsten Stellen bezeichnet, an welchen peripherische Endapparate von Geschmacksnerven liegen müssen: es sind die obere Fläche der Zungenwurzel (insonderheit die Papillae circumvallatae), Ränder und Spitze der Zunge, wahrscheinlich auch der vordere Theil des weichen Gaumens. Beobachtungen und Versuche haben es ferner wahrscheinlich gemacht, dass verschiedene Arten von Endapparaten existiren und dass diese nicht gleichmässig über die geschmackempfindenden Regionen verbreitet sind. Dennoch hat uns die mikroskopische Anatomie erst ganz neuerdings überhaupt mit Organen bekannt gemacht, welche wir als Endapparate der Geschmacksnerven von Säugethieren begrüssen dürfen. Unabhängig von einander entdeckten Chr. Lovén und G. Schwalbe in dem geschichteten Pflasterepithel, welches die Papillae circumvallatae der Säugethierzunge bekleidet, zahlreiche mikroskopisch kleine knospenförmige Zellgruppen, die endständig auf Zweigen des N. glossopharyngeus aufsitzen, und von Lovén Geschmacksknospen oder Geschmackszwiebeln, von Schwalbe Schmeckbecher genannt wurden.

Diese Organe sind nun bereits nachgewiesen beim Menschen, bei Hund, Katze, Rind, Schaf, Reh, Pferd, Schwein, Hase, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte und Maus.

Die Geschmacksknospen (Fig. 269) liegen in Lücken des Zungenschleimhautepithels, welche sie vollständig ausfüllen. Die Form der Lücken

ist im Allgemeinen die von rundbauchigen Flaschen (Kolben). Der Boden der Flasche ruht auf der Bindegewebsoberfläche der Mucosa; der dünne, meist kurze Hals der Flasche durchbohrt die Hornschicht des Epithels, und mündet an der Oberfläche mit einer kreisförmigen Oeffnung, die Geschmacksporus heissen mag. Der Längsdurchmesser der Geschmacksknospen, der stets den grössten Querdurchmesser übertrifft, beträgt beim Menschen 0,077 bis 0,081 Mm., der grösste Dickendurchmesser etwa 0,0396, die Weite des Geschmacksporus 0,0027 bis 0,0045 Mm. (Schwalbe).

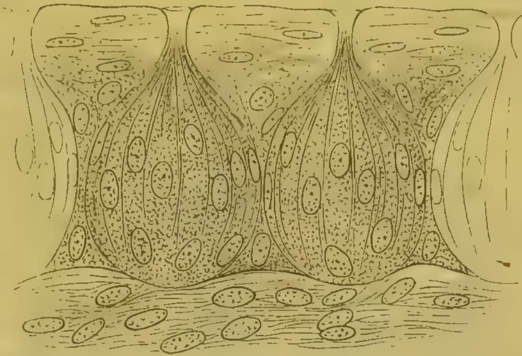


Fig. 269. Geschmacksknospen aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. $^{450}/_{1}$.

Die Geschmacksknospen pflegen bei verschiedenen Thieren ein wenig verschiedene Form zu haben. Bei einigen (Ochs, Schwein) sind sie schlank, fast drei Mal so lang als breit, bei anderen (Kaninchen, Reh) gedrungener, nur wenig länger als breit. Die schlanksten pflegen die grössten zu sein. Die Grösse ist ebenfalls einigen Schwankungen unterworfen, und selbst bei der nämlichen Art und dem nämlichen Individuum nicht constant. Häufig kommen grössere und kleinere ziemlich regellos neben einander vor. Hier einige Zahlenbeispiele, grösstentheils nach Schwalbe:

	Hund.	Ochs.	Schwein.	Kaninchen.
Längsdurchmesser der Knospen in Mm. . .	0,072	0,172	0,055—0,130	0,045—0,070
Grösster Dickendurchmesser in Mm. . .	0,0306	0,048	0,020—0,052	0,03—0,045
Weite der Geschmacksporen in Mm. . .	0,0045	0,002—0,009	0,0027	0,003—0,0045

Die Stellen der Zungenschleimhaut, an welchen die Geschmacksknospen sitzen, sind vor Allem die seitlichen Abhänge der Papillae circumvallatae. Hier bilden dieselben, oft zu vielen Hunderten, einen breiten Gürtel um die Papille. Sie finden sich aber auch — im Allgemeinen jedoch seltner und nur in einzelnen Exemplaren — auf den Papillae fungiformes. Hase und Kaninchen besitzen ausserdem an jeder Seite der Zungenwurzel eine grosse ovale, durch etwa 10—14 tiefe, parallele Querfurchen in schmale Leistchen (Geschmacksleisten) getheilte Erhabenheit, welche Tausende von Geschmacksknospen birgt. Wenn wir von den pilzförmigen Papillen absehen, die dann und wann an ihrer freien Oberfläche Geschmacksknospen tragen, so finden wir unsere Organe immer an besonders geschützten Stellen der Zungenschleimhaut: in Furchen, in der Tiefe von Spalten. So sitzen sie auf den Papillae circumvallatae niemals im Epithel des Plateaus, sondern an den durch den Ringwall geschützten seitlichen Abhängen der Papille; ebenso

wie sie auf den seitlichen Geschmacksorganen des Kaninchens nie auf dem Rücken der Geschmacksleisten, sondern an deren seitlichen Abhängen vorkommen.

Bau der Geschmackspapillen und Geschmacksleisten. Die Papillae circumvallatae (Fig. 270), auf deren mannigfache Formunterschiede wir hier nicht eingehen, bestehen aus einem im Allgemeinen abgestutzt kegelförmigen, bindegewebigen Körper, der mit geschichtetem Pflasterepithel überzogen ist. »Der Papillenkörper ist nach oben mit einer grossen Zahl konischer oder mehr ausgezogener, mitunter gabelförmig gespaltener secundären Papillen besetzt, welche am Rande der oberen Fläche und an der Seite durch senkrechte, d. i. mit der Axe der Papille parallele, niedrige Leistchen oder Kämme, mit dazwischen liegenden rinnenförmigen Vertiefungen, ersetzt werden.« »Das Epithel füllt die Vertiefungen zwischen allen diesen Erhabenheiten vollständig aus, so dass die Oberfläche der Papille überall vollkommen glatt wird, und keine Spur der unterliegenden Unebenheiten zeigt.« (Lovén). Die Epithelschicht ist auf der oberen Fläche und den nicht durch den Ringwall geschützten Stellen des Papillenabhangs ansehnlich mächtiger als an den geschützten seitlichen Abhängen, aber auch an den ersteren Stellen noch bei Weitem dünner als auf der übrigen Oberfläche der Zunge. Auch an der äusseren, zum Ringwall gehörigen Wand des Wallgrabens ist die Epithelschicht dünner. Die Geschmacksknospen nun sitzen in dem dünnen Epithel an den Seiten der Papille, und zwar pflegen sie da eine Zone zu bilden, die vom Boden des Wallgrabens nach aufwärts bis ungefähr dahin reicht, wo die äussere Fläche der Papille nicht mehr durch den Wall geschützt ist (Schwalbe). Die Zone läuft mit dem Wall um die Papille herum. Ist der Wallgraben tief (Schaf, Schwein), so ist die Zone breit, ist er seicht (Pferd z. B.), so ist sie schmal. Beim Menschen pflegt jedoch auch bei tiefem Wall die obere Hälfte der Seitenwand der Papille von Geschmacksknospen frei zu sein (Schwalbe). Da die Geschmacksknospen in der Regel dicht beisammenstehn (am Dichtesten, nach Schwalbe, beim Menschen, wo sie sich fast berühren), ist ihre Zahl auf einer Papille sehr gross. Schwalbe berechnet dieselbe für eine Papille mittlerer Grösse vom Schaf zu 480, vom Rind zu 1760; beim Schwein, das nur zwei umwallte Papillen hat, trägt jede derselben etwa 4760. Diess würde für alle Papillen zusammen geben: beim Schaf 9600, beim Rind 35,200, beim Schwein 9520. — Bei Mensch und Hund (Schwalbe) und bei Ratten und Kaninchen (Lovén) pflegen auch an der der Papille zugekehrten Seite des Ringwalls vereinzelte Geschmacksknospen vorzukommen. Ueber das Verhalten der in die Papille tretenden Nerven zu den Geschmacksapparaten s. weiter unten.



Fig. 270. Durchschnitt durch eine Papilla circumvallata vom Kalb. Zeigt die Vertheilung der Geschmacksknospen. 25/1.

Die Papillae fungiformes, deren Form schon viele Uebergänge zu den P. circumvallatae zeigt, besitzen auch im Wesentlichen denselben Bau wie diese. Doch fehlt ihnen der Mantel von Geschmacksknospen. Dagegen entdeckte Lovén beim Kalbe an der oberen freien Fläche zwischen den secundären Papillen zerstreute Schmeckbecher. Beim Kaninchen und der Ratte fand er sie auf jeder Papilla fungiformis, auf den kleinen nur in je einem Exemplar. Schwalbe bezweifelte anfangs ihr Vorkommen auf den pilzförmigen Papillen, hat sie aber später auch ge-

funden (besonders beim Schwein). Ich habe sie gleichfalls auf Verticalschnitten bei der Maus und der Katze gesehen. Bei Mensch, Hund und Kalb sollen sie nach Lovén viel seltner als bei jenen Thieren auf den Fungiformes vorkommen.

Die beiden seitlichen Geschmacksorgane vom Kaninchen und Hasen, derer oben Erwähnung gethan wurde, scheinen bisher, so gross sie sind, der Aufmersamkeit entgangen zu sein.[1]) Und doch sind gerade sie Geschmacksorgane ersten Ranges. Jedes derselben besteht aus einer flachen, ovalen, von etwa 10 bis 14 parallelen Querfurchen durchzogene Erhabenheit an der Seite der Zungenwurzel. Beim Kaninchen misst das Organ in der Länge (von vorn nach hinten) etwa 5 — 6, in der Breite 2,5 — 3,5 Mm. Beim Hasen ist es etwas grösser. Fig. 271 stellt ein Stück eines Verticalschnittes vor, der senkrecht zur Richtung der Furchen durch die Mitte des Organs geführt ist. Man sieht im Querschnitt vier Geschmacksleisten vollständig und zwei zur Hälfte. Die Leisten sind durch tiefe Spalten von einander getrennt, auf deren Boden hie und da acinöse Drüsen münden. Man unterscheidet an jedem Leistchen den bindegewebigen Körper, der an seiner unteren Fläche drei secundäre Leistchen trägt. Das mittlere von diesen ist breiter als die beiden seitlichen. Die bindegewebige Grundlage wird überzogen von geschichtetem Pflasterepithel, und zwar besitzt dieses auf dem Rücken jeder Leiste, wo es auch die Rinnen zwischen den secundären Leistchen vollständig ausfüllt, eine viel grössere Dicke als an den seitlichen Abhängen, welche die Furchen begrenzen. An diesen seitlichen Abhängen nun sitzen in der ganzen Länge jeder Leiste die Geschmacksknospen. Sie nehmen da einen breiten Streifen ein, der nach abwärts bis etwas unter die Mitte der Furche, nach oben bis zur Oeffnung der Spalte reicht. Die Geschmacksknospen stehen so dicht beisammen (Fig. 269 und 272), dass sie sich fast berühren. Beim Kaninchen pflegen sie in 4 Reihen übereinander zu sitzen. Jede Reihe mag in ihrer ganzen Länge etwa 80 Knospen enthalten. Für jede Geschmacksleiste würde das annähernd die Summe von 620, für die beiden Geschmacksorgane zusammen (jedes zu 12 Leistchen gerechnet) 14880 Geschmacksknospen ergeben.



Fig. 271. Querschnitt durch einige Geschmacksleisten vom seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. $^{25}/_{1}$.

Nach Schwalbe's Angaben würden beim Schwein zwei ähnliche Organe vorkommen. Dieselben sollen jedoch nur vereinzelte Geschmacksknospen enthalten.

Wie erwähnt, liegen die Geschmacksknospen (s. Fig. 269) in flaschenförmigen Lücken des Epithels, die sie vollständig ausfüllen. Die Wände dieser flaschenförmigen Hohlräume werden mit Ausnahme des Bodens, der auf dem Bindegewebe der Schleimhaut ruht, von den Epithelzellen selbst gebildet. In der Umgebung des Bauchs der Flasche besteht das Epithel aus mannig-

1) In der Anatomie des Kaninchens von W. Krause sind sie nicht erwähnt. Inzwischen sind die seitlichen Geschmacksorgane auch von Hans von Wyss entdeckt und beschrieben worden: H. von Wyss, Ueber ein neues Geschmacksorgan auf der Zunge des Kaninchens. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869. No. 35. p. 548. Ausführlich im Archiv f. mikr. Anatomie 1870. Die von v. Wyss gegebene Darstellung stimmt vollständig mit der meinigen überein, welche letztere, beiläufig bemerkt, bereits im Sommer 1869 zum Druck eingesandt war.

fach gestalteten Zellen, welche die Kennzeichen der Elemente des Rete Malpighi haben: feinkörniges Protoplasma, verhältnissmässig grosser Kern, undeutliche Membran. Die innersten dieser Zellen, welche zur Wand des flaschenförmigen Raums verkittet sind, haben eine concav-convexe Form, wie Bruchstücke eines Uhrglases. Auf dem Querschnitt (Fig. 272) sind sie sichelförmig. In der Umgebung des Halses der Flasche und seiner Oeffnung, des Geschmacksporus, hat das Epithel die Eigenschaften des verhornten Plattenepithels der Mundschleimhaut: platte Form, dicke Membran, homogenen Inhalt, platten Kern. Die Hornlage ist in den Gegenden, wo Geschmacksknospen sitzen, in der Regel nur 0,01—0,02 Mm. dick und nach unten nicht scharf gegen das Malpighi'sche Stratum abgegrenzt. Der Rand des Geschmacksporus wird gewöhnlich von mehreren zusammenstossenden Zellen, zuweilen aber auch von einer einzigen Zelle gebildet, die dann an irgend einer Stelle von einem runden Loch durchbohrt wird. Der Rand des Lochs ist häufig ringförmig verdickt (Fig. 272).

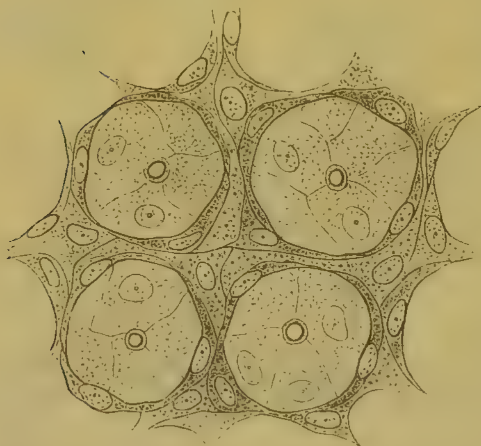


Fig. 272. Obere Hälfte des Epithelgerüstes der Geschmacksknospen. Man sieht von der Schleimhautseite her in vier Hohlräume, aus denen die Knospen ausgefallen sind. In der Tiefe eines jeden der Geschmacksporus. Aus dem seitlichen Geschmacksorgan vom Kaninchen. $^{450}/_{1}$.

Zur Verdeutlichung mögen Fig. 269, 272 und 273 dienen, alle drei nach Präparaten von den Geschmacksleisten des Kaninchens. Fig. 269 zeigt einen senkrecht durch die Dicke des Geschmacksepithels geführten Schnitt. In den flaschenförmigen Räumen sitzen die Geschmacksknospen noch darin. Fig. 272 zeigt die obere Hälfte des Epithelgerüstes, welches die Räume für die Geschmacksknospen umschliesst, von unten her. Diese Hälfte des Epithels hat sich als eine zusammenhängende Platte bei der Präparation von der unteren Schicht abgehoben. Die Geschmacksknospen sind mit dieser letzteren auf der Schleimhaut sitzen geblieben. Man blickt in der Figur von unten her in die geöffneten leeren Höhlen und erkennt im Grunde einer jeden den scharf begrenzten, von einem verdickten Ring eingefassten Geschmacksporus. Die Ergänzung zu Fig. 272 bildet Fig. 273: sie stellt eine auf der Schleimhaut sitzen gebliebene Geschmacksknospe mit der sie noch umgebenden unteren Hälfte des Epithelgerüsts, senkrecht von oben gesehen, dar.

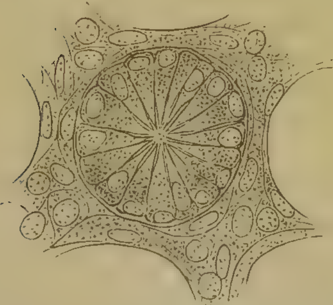


Fig. 273. Eine durch Ablösung der obern Hälfte des Epithelgerüstes blossgelegte Geschmacksknospe, senkrecht von oben gesehen. Aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. $^{450}/_{1}$.

Die Geschmacksknospen oder Schmeckbecher (Fig. 274), welche in den eben beschriebenen Lücken sitzen, bestehen jede aus einer Anzahl —

je nach der Grösse der Knospen etwa 15 bis 30 — langer, dünner Zellen, welche ähnlich wie die Blätter einer Knospe angeordnet sind. Sie stehen dicht gedrängt in mehreren Reihen um die Axe der Knospe herum. Die äussersten, welche der Wand der Lücke überall anliegen, und dem entsprechend gekrümmt sind (mit der Concavität nach innen), decken die inneren, die, je näher der Axe eine um so geradere Form besitzen. Es scheint, dass alle Geschmacksknospen aus wenigstens zwei principiell verschiedenen Arten von Zellen zusammengesetzt sind: erstens aus Zellen, die von den gewöhnlichen Epithelzellen nicht sehr wesentlich abweichen, und mit Nerven nicht zusammenhängen, zweitens aus eigenthümlichen, höher differenzirten Gebilden, die wahrscheinlich mit Nervenfasern zusammenhängen, und als die eigentlichen Geschmackzellen aufzufassen sind. Die ersteren, welche man mit Lovén und Schwalbe Deckzellen nennen kann, pflegen in grösserer Zahl vorhanden zu sein und die äusseren Schichten der Knospe zu bilden; die zweiten liegen, wie es scheint, vorzugsweise in der Axengegend der Knospe.



Fig. 274. Isolirte Geschmacksknospe aus dem seitlichen Geschmacksorgan des Kaninchens. $^{600}/_{1}$.

Die Deckzellen (Fig. 275) sind lange, ziemlich schmale, im Allgemeinen etwa spindelförmige Gebilde, die in der Mitte ihrer Länge, zuweilen auch mehr nach einem der Enden zu, einen ellipsoidischen, bläschenförmigen Kern einschliessen. Sie bestehen aus hellem, fast körnerlosem Protoplasma und haben, wie es scheint, keine Membran. Nach dem Geschmacksporus zu spitzen sie sich allmählich scharf und fein zu; nach unten verschmälern sie sich entweder nur wenig und erreichen dann noch ziemlich breit die Bindegewebsoberfläche der Schleimhaut, auf der sie fest haften, oder sie verjüngen sich allmählich und gehen, zuweilen ziemlich plötzlich in einen oder mehrere, manchmal noch gespaltene Ausläufer über, welche häufig die Oberfläche der Schleimhaut nicht einmal erreichen.



Fig. 275. Isolirte Deckzellen aus den Geschmacksknospen des Kaninchens. $^{600}/_{1}$.

Schwalbe fand bei Präparaten vom Schaf, die mit Ueberosmiumsäure behandelt waren, an der Spitze der Knospe einen Kranz von feinen kurzen Härchen, deren Spitzen nach innen convergirten, und von denen er vermuthet, dass sie auf den Spitzen der Deckzellen aufsassen. Diese Härchen lösten sich in »Kalilauge« selbst nach längerer Einwirkung nicht auf, waren aber nach Isolation der Knospen (in Lösungen von Chromsäure) nicht deutlich mehr zu sehen. Bei andern Thieren und beim Menschen gelang es nicht, sie sicher nachzuweisen. — Deckzellen, deren unterer Theil in schmale Ausläufer verlängert war, isolirten Lovén und Schwalbe besonders leicht aus den Geschmacksknospen des Menschen, auch des Kalbes. Die Ausläufer sollen niemals varicös gewesen sein, aber an ihrem Ende häufig eine knopfförmige Anschwellung besessen haben. Einige von Lovén abgebildete Deck-

zellen (l. i. cit. Fig. 6 *e g*, auch *h i j*) erinnern an die weiter unten zu beschreibenden Gabelzellen des Frosches, und sind möglicherweise auch, wie diese, eigenthümliche, wahre Geschmackszellen gewesen.

Die Länge der Deckzellen richtet sich im Allgemeinen nach der Länge der Geschmacksknospen, und schwankt ungefähr innerhalb derselben Grenzen wie diese, beim Kaninchen z. B. zwischen 0,045 und 0,065 Mm. Auch innerhalb derselben Knospe sind die Deckzellen nicht gleich gross: am grössten und breitesten, zugleich am plattesten, pflegen die der äussersten Schicht zu sein. Die inneren sind kürzer und mehr cylindrisch.

Die Geschmackszellen (Fig. 276 *a* und *b*) sind lange und dünne, fast immer homogen und stark lichtbrechend erscheinende Gebilde. Jede besteht aus einem ellipsoidischen Körper, der an seinem oberen Pole in einen mässig breiten, an seinem unteren Pole in einen schmalen Fortsatz sich verlängert. Der Körper wird von einem bläschenförmigen Kern gebildet, der mit einer sehr dünnen Schicht homogener Substanz, »Protoplasma« überzogen ist. Der breitere obere (peripherische) Fortsatz ist beim Kaninchen fast cylindrisch, nach der Spitze zu ein wenig verjüngt, im Allgemeinen etwa $2\frac{1}{2}$ bis 3 Mal länger und in der Mitte etwa halb so breit wie der Kern der Zelle. Die Spitze ist gewöhnlich schräg abgestumpft und an einer Seite in ein kurzes, senkrecht aufsitzendes Härchen oder Stiftchen verlängert (s. Fig. 276 *a*). Die Spitzen dieser Härchen scheinen im Normalzustand das Niveau des Geschmacksporus kaum zu erreichen. — Der untere (centrale) Fortsatz ist dünn, cylindrisch und schon in geringer Entfernung vom Kern etwa 3 Mal schmäler als der eben beschriebene peripherische Ausläufer. In 0,006 bis 0,0012 Mm. Entfernung vom Kern pflegt er sich in zwei nur wenig dünnere Aeste zu theilen, welche die Schleimhautoberfläche erreichen. Bevor diess geschieht, theilen sie sich nicht selten noch ein- oder mehrmals schnell nach einander. Das chemische Verhalten des centralen Fortsatzes scheint das von Nervenfibrillen zu sein.

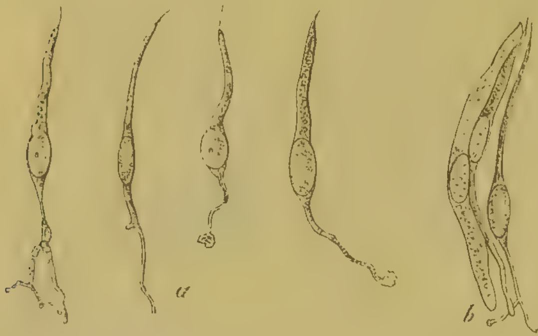


Fig. 276. *a*) Isolirte Geschmackszellen aus den seitlichen Organen des Kaninchens. $^{600}/_{1}$. *b*) Eine Geschmackszelle und zwei Deckzellen im Zusammenhang isolirt. Ebendaher. $^{600}/_{1}$.

Beim Kalb fand Lovén die Geschmackszellen etwas anders gebaut: der peripherische Ausläufer war cylindrisch, stäbchenförmig, trug aber kein Haar. Der centrale Fortsatz war ein langer, feiner Faden, häufig besetzt mit varicösen Anschwellungen und kurzen, anscheinend abgerissenen Zweigen, die nach aussen gerichtet waren. Beim Menschen fand Lovén den peripherischen Ausläufer kürzer, und am Ende etwas zugespitzt, alles Uebrige aber wie beim Kalb.

Schwalbe möchte beim Mensch und Schafe zwei Arten von Geschmackszellen unterscheiden: Stiftchenzellen und Stabzellen. Bei den ersteren, welche die häufigeren sind, geht der peripherische breitere Fortsatz an seinem verschmä-

lerten Ende »in ein schmales, hell glänzendes, oben scharf abgeschnitten endendes Stiftchen« über. Die Stiftchen ragten bei in Ueberosmiumsäure isolirten Geschmacksknospen zuweilen bis 0,0072 Mm. aus der Spitze der Knospe heraus. Der centrale Fortsatz ist fadenförmig, zuweilen varicös. Die von Lovén beschriebenen Seitenzweige desselben konnte S. nicht bestätigen. — Bei den Stabzellen ist der peripherische Fortsatz »kürzer, gleichmässig breit und vorn abgesetzt, ohne Stift. Der centrale dagegen unterscheidet sich kaum von dem der gewöhnlichen Geschmackszellen.«

Ob an verschiedenen Stellen der Zunge verschiedene Formen von Geschmackszellen vorkommen, die etwa als Vermittler verschiedener Geschmacksempfindungen anzusehen wären, ist noch unbekannt. Desgleichen, ob in einer einzelnen Geschmacksknospe nur eine oder ob darin mehrere Arten von Geschmackszellen vorkommen können.

Die Nerven. Ueber den Zusammenhang der Nervenfasern mit den Elementen der Geschmacksknospen sind wir noch sehr wenig unterrichtet. Man weiss, dass Aestchen des N. glossopharyngeus, die vorzugsweise aus dünnen markhaltigen Fasern bestehen, sich nach den Papillae circumvallatae begeben und in denselben sich ausbreiten. Kurz vor ihrem Eintritt in die Papille enthalten sie, wie auch der Stamm des Glossopharyngeus (Remak) mikroskopisch kleine Gruppen von Ganglienzellen. Unmittelbar unter der Papille bilden sie dann einen, besonders beim Schaf reich entwickelten Plexus (Schwalbe). Von diesem Geflecht aus dringen in der Mitte ein oder mehrere grössere und häufig auch an der Seite einige Bündel in die Papille, um sich da in viele feine, mannigfach sich durchkreuzende und schlängelnde Zweige aufzulösen, die nach dem Epithel zu ausstrahlen. Diese Zweige enthalten in der Regel viel mehr blasse als dunkelrandige Fasern. Die meisten Bündel pflegen sich nach der Gegend der Geschmacksknospen zu begeben, und da in einem dünnen, äusserst kernreichen Stratum, auf welchem die Geschmacksknospen unmittelbar aufsitzen, sich zu verbreiten. Nach Schwalbe bestehen die Nerven in diesem Stratum, abgesehen von den vereinzelten, markhaltigen Fasern, aus feinen Fibrillenbündeln, von denen jedes von einer kernhaltigen, in Essigsäure erblassenden Scheide umgeben ist. Diese Bündel spalten sich durch wiederholte Theilung in immer feinere Aestchen, aus denen endlich feinere blasse Fasern hervorgehen, die den Ausläufern der Geschmackszellen sehr ähnlich sind und dicht unter dem Epithel noch einen Plexus bilden. Höchst wahrscheinlich gehen diese feinsten Fäserchen in die centralen Ausläufer der Geschmackzellen über. Schwalbe sah zuweilen nach dem Abpinseln des Epithels von Chromsäurepräparaten ganz ähnliche Fäserchen über die Oberfläche der Schleimhaut hervorstehen.

Ganz ähnlich wie in den umwallten Papillen ist das Verhalten der Nerven in den Geschmacksleisten vom Kaninchen und Hasen. Die zahlreichen und ziemlich dicken Aeste des Glossopharyngeus, welche sich unter den Geschmacksleisten ausbreiten, enthalten ziemlich grosse mikroskopische Ganglienhaufen. In einem derselben zählte ich über dreissig Zellen. Diese waren fast kuglig, von durchschnittlich

0,05 Mm. Durchmesser und schienen nur an einem Pole mit Nervenfasern zusammenzuhängen. Von den grössern Nervenstämmchen gehen sehr zahlreiche und noch ziemlich dicke blasse Faserbündel nach den Zonen der Geschmacksknospen. Ueberall, wo diese sitzen, nicht aber an den übrigen Stellen, ist die Schleimhaut ausserordentlich kernreich (Fig. 271, wo diess Verhalten durch Punktirung angedeutet ist und Fig. 269). In dieser kernreichen Schicht verlaufen äusserst zahlreiche feinste, blasse Nervenfäserchen, die mit den centralen Ausläufern der Geschmackszellen in Dicke, Form, Lichtbrechung und, wie es scheint, auch im chemischen Verhalten übereinstimmen. Sie können nicht selten bis an die Basis einer Geschmacksknospe verfolgt werden, wo sie sich dann dem Blick entziehen.

Anhangsweise sei hier der Schilderungen gedacht, welche Szabadföldy und Letzerich von der Endigungsweise der Geschmacksnerven der Säuger geben. Nach Ersterem endigen dieselben in birnförmigen Körperchen, die noch im Bindegewebe der Schleimhaut verborgen liegen. Da sie demzufolge von den die Mundhöhle passirenden Stoffen niemals unmittelbar berührt werden können, die Geschmacksempfindungen aber viel früher zum Bewusstsein kommen, als irgend eine bekannte Lösung durch die dicke Epithelschicht diffundiren kann, sind die beschriebenen Gebilde natürlich keine Geschmacksorgane, wie S. will. Niemand hat sie übrigens wiederzufinden vermocht. Ebensowenig sind bisher die Angaben von Letzerich bestätigt, demzufolge die Geschmacksnerven in allen Papillen von Katze, Rind und Wiesel in »flachen, ziemlich grossen Blasen« endigen, »deren Membranen structurlos und mit grossen Kernen besetzt sind. Diese Blasen liegen über dem Schleimnetz der Papillen- und Zungenschleimhaut.« Sie haben zwei Arten von Fortsätzen. Die eine Art ist zitzenförmig, nach dem Bindegewebe der Schleimhaut gerichtet, mit dunkelrandigen Nerven verbunden, die an der Verbindungsstelle blass werden. Die Axencylinder durchsetzen die mit Protoplasma gefüllten zitzenförmigen Fortsätze und verzweigen sich dichotomisch auf der Innenfläche der Blase. »Diesen Verzweigungen sitzen prismatische, glänzende, den Stäbchen der Retina täuschend ähnliche Körperchen (Nervenendkörperchen) auf. Die Blasen selbst erfüllt von wässerigen, hell granulirten Massen.« Die zweite Art der Fortsätze sind schlauchförmige, nach der Oberfläche bis in die verhornten Epithelzellen hinziehende Ausstülpungen der Blasenmembran. Ihr Ende bleibt immer noch von einer, wenn schon dünnen Schicht Epithelzellen bedeckt. Die von Lovén und Schwalbe entdeckten Geschmacksorgane hat Letzerich nicht gefunden.

B. Geschmacksorgane der Amphibien.

Die Geschmacksorgane der Vögel und Reptilien sind nicht bekannt, um so besser und schon seit längerer Zeit die der Batrachier (Rana esculenta und temporaria, Hyla arborea). Auch bei den Fröschen sind die Endorgane der Geschmacksnerven mikroskopisch kleine, in Lücken des Epithels von Zungen- und Gaumenschleimhaut gelegene Gruppen von charakteristischen Epithelialgebilden. Die Form dieser Organe ist aber nicht, wie bei den Säugethieren, die von Flaschen oder Knospen, sondern die von Scheiben. Wir wollen sie, da sie vollkommen den Geschmacksknospen entsprechen, Geschmacksscheiben nennen. Sie sind zu Hunderten und ziemlich gleichmässig über die obere Fläche und die Ränder der Zunge verbreitet; jede sitzt hier auf einer breiten, etwa cylindrischen Papille (Geschmackspapille, Papilla fungiformis

auf. Auch in dem Epithel, welches die glatte, papillenlose Oberfläche der Gaumenschleimhaut bekleidet, finden sich zahlreiche Geschmacksscheiben, die aber nicht oder kaum über das Niveau des übrigen Epithels hervorragen und noch näher untersucht werden müssen.

Feinerer Bau der Geschmackspapillen des Frosches (R. esculenta und temporaria). Diese Papillen bestehen aus einem mit Epithel bedeckten bindegewebigen Körper, der im Allgemeinen die Form eines niedrigen Cylinders oder abgestutzten Kegels hat. Auf der kreisförmigen oder elliptischen Endfläche derselben sitzt, eingerahmt von einem schmalen Gürtel von Flimmerzellen, die Geschmacksscheibe, welche aus eigenthümlichen Zellen und zellenähnlichen Körpern zusammengesetzt ist. Die Seitenflächen der Papille sind mit einfachem nicht flimmerndem Cylinderepithel bekleidet.

Der bindegewebige Körper der Papille besteht in seinem untern grössern Theile aus ziemlich lockerem Bindegewebe, in welchem Capillargefässschlingen, Enden verästelter Muskelfasern und ein Bündel dunkelrandiger Nerven eingebettet liegen. Der obere Theil ist eine solide, 0,01 — 0,015 Mm. dicke Scheibe von sehr dichtem, kernlosem Bindegewebe, die den Namen Nervenkissen führen mag. Sie bildet den Boden, auf dem die Geschmacksscheibe ruht.

Fünf bis zehn dunkelrandige Nervenfasern treten von unten her in die Papille und laufen in deren Axe fast immer ungetheilt bis zur unteren Fläche des Nervenkissens. Bei oder kurz vor ihrem Eintritt in das Letztere spitzen sie sich ein wenig zu, verlieren plötzlich ihr Mark und ihr Neurilemm schwindet. Unmittelbar hierauf theilen sich die nunmehr sehr dünn (etwa 0,002 Mm.) und blass gewordenen Nervenfasern und bilden, unter wiederholter dichotomischer Verästelung, ein zartes dichtes Nervengeflecht, welches sich nahezu horizontal in der untern Hälfte des Nervenkissens ausbreitet. Von diesem Geflecht aus steigen zahlreiche, feine Zweige (Fig. 277), die sich selbst wieder zu theilen pflegen, in gerader oder schräger Richtung bis auf die Oberfläche des Nervenkissens. Hier treten sie mit gleich zu beschreibenden Elementen der Geschmacksscheibe in Verbindung.

Die Nervenbündel, welche in die P. fungiformes treten, stammen vom N. glossopharyngeus. Die kleinen Papillen der Froschzunge, die mit gewöhnlichem Epithel besetzt sind, scheinen, wie schon Billroth hervorhob, nervenfrei zu sein. Das Nervenkissen, welches nach unten zu fest mit dem andern Bindegewebe der Papille verwachsen, nach aussen aber scharf und glatt begrenzt ist, besteht aus sehr festem, undeutlich fibrillärem Bindegewebe, das in verdünnten Säuren und Alkalien weniger stark aufschwillt als gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe. Key hielt das Nervenkissen für eine colossale Verbreiterung des Neurilemms und nannte es Nervenschale.

Die blassen Nervenfasern, in welche sich die dunkelrandigen beim Eintritt ins Nervenkissen auflösen, hat Key zuerst gesehen. Er nimmt aber ein mehr pinselförmiges Zerfallen der Nervenfasern in feinste varicöse Aestchen an, und hat die reichen dichotomischen Theilungen nicht bemerkt. Unsere Beschreibung ist nach frischen, in Serum und verdünntem Glycerin gelegenen Präparaten gegeben.

Die Geschmacksscheiben sind elliptische oder kreisrunde, scharf begrenzte Epithelialplatten von etwa 0,15—0,35 Mm. Querdurchmesser und 0,04 bis 0,05 Mm. Dicke. Ihre untere Fläche haftet fest auf dem Nervenkissen, während die obere die ganze Endfläche der Papille einnimmt. Das »Nervenepithel«, aus dem die ganze Masse der Geschmacksscheibe besteht, unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Cylinder- und Flimmerepithel, das die übrige Oberfläche der Papille bedeckt, dadurch, dass es optisch fast homogen und sehr durchscheinend, bei durchfallendem Lichte also sehr hell ist. In dicken Lagen gesehen, hat es einen schwachen Stich ins Gelbliche.

Es haftet fester auf der Papille als das übrige Epithel. Auch hängen die Zellen, aus denen die Geschmacksscheiben bestehen, untereinander viel inniger und fester zusammen, als die des gewöhnlichen Epithels.

Leydig machte zuerst darauf aufmerksam, dass das Epithel, welches die Endfläche der P. fungiformes überkleidet, von dem andern Epithel abweicht. Die spätern Beobachter haben diess, mit Ausnahme von Fixsen, sämmtlich bestätigt. Billroth und vor allen Ernst Axel Key gaben dann nähere Aufschlüsse über das Nervenepithel.

Die Geschmacksscheiben des Frosches bestehen aus mehreren Arten von Zellen, von denen sehr wahrscheinlich nur eine einzige Art, die Gabelzellen, mit Nervenfasern zusammenhängt. Zwei andere Arten, die breiten Kelchzellen und die schmalen Cylinderzellen scheinen mehr indifferenter Natur zu sein, wie die Deckzellen der Schmeckbecher. Diese drei Sorten von Zellen sind so auf der Geschmacksscheibe vertheilt, dass die Körper der Kelchzellen in einfacher Lage die äussere Schicht der Scheibe bilden, während ihre centralen Ausläufer und die Körper der Cylinder- und Gabelzellen die untere Schicht des Epithels zusammensetzen. Peripherische Ausläufer der letztgenannten Zellen dringen dann zwischen den Körpern der Kelchzellen in gerader Richtung nach aussen bis an die Oberfläche der Geschmacksscheibe (Figg. 277 u. 279).


Fig. 277. Endigung der Geschmacksnerven des Frosches. Verästelung einer Nervenfaser im Nervenkissen, nach einem Glycerinpräparat. Gruppe von 2 Kelchzellen, 1 Cylinder- und 2 Gabelzellen nach einem Chromsäure - Glycerinpräparat. 600/1.

Die Kelchzellen, deren Zahl auf grösseren Papillen mehrere Hunderte beträgt, sind cylindrische, durch gegenseitige Abplattung meist 5- bis 6eckig-prismatische Gebilde, deren Körper etwa 0,02 bis 0,024 Mm. lang und 0,01 Mm. breit ist. In ihrem unteren Drittel liegt ein bläschenförmiger Kern. Unterhalb des Kerns verschmälert sich der Zellenkörper ein wenig zu einem unregelmässig gestalteten protoplasmatischen Fortsatz. Der Zellkörper wird von einer festen, oben mit weiter Oeffnung versehenen Membran wie von einem Kelch umschlossen. Dieser Kelch ist bis zum Rande mit fast homogen

erscheinendem, durchsichtigem Protoplasma gefüllt. Nach unten zu geht die Membran, allmählich dünner werdend und endlich nicht mehr nachweisbar, auf den ebenfalls aus fast homogenem Protoplasma bestehenden Fortsatz der Zelle über. Die Ausläufer benachbarter Kelchzellen bilden durch Aneinanderlagerung, vielleicht auch durch Verschmelzung ein Maschenwerk von Protoplasmasubstanz in der unteren Schicht des Epithels.

Die Kelchzellen wurden von Key als modificirte Epithelzellen beschrieben. Sie pflegen ziemlich constante Dimensionen zu haben. Durch Einwirkung mancher Reagentien, z. B. bei längerem Liegen in Jodserum, fliesst zuweilen das Protoplasma aus dem Körper der Zelle aus, während der Kern in der Tiefe sitzen bleibt. Die dicke Zellmembran legt sich dabei in starke Längsfalten zusammen. Durch Säuren, namentlich Essigsäure, auch Ueberosmiumsäure, wird das Protoplasma der Kelchzellen viel stärker getrübt als das der gewöhnlichen Epithelzellen der Zungenoberfläche. Mit den sogenannten Becherzellen darf man sie durchaus nicht zusammenwerfen.

Die Cylinderzellen, von denen auf jeder Papille einige Hunderte zu sitzen pflegen, bestehen jede aus einem in der tiefsten Schicht des Epithels, unmittelbar auf dem Nervenkissen sitzenden ellipsoidischen Körper von etwa 0,006 Mm. Länge und 0,004 Mm. Breite. Derselbe verlängert sich nach der Peripherie zu in einen gewöhnlich geraden cylindrischen Fortsatz von ungefähr 0,032 Mm. Länge und 0,002 Mm. Dicke, welcher bis zur äusseren Oberfläche des Epithels reicht. Der Körper besteht aus einem dünnen Protoplasmamantel, welcher einen ellipsoidischen Kern umhüllt. Die Substanz des langen cylindrischen Fortsatzes ist äusserst feinkörniges Protoplasma, welches von einer dünnen, oben offenen Membran umgeben zu sein scheint. Das Protoplasma des Zellenkörpers breitet sich, meist in Form einiger kurzen Fortsätze horizontal auf der Oberfläche des Nervenkissens aus. Diese Fortsätze haben niemals das Ansehen von Nervenfasern.

Die Cylinderzellen sind sicherlich zum grossen Theil die »Stäbchenzellen« von Key gewesen (vgl. besonders a. a. O. Fig. 5, 7, 10, 11 *b*, *c*, *g*). Er warf sie indess mit den gleich zu beschreibenden Gabelzellen zusammen, von denen ihm nur verstümmelte Exemplare zu Gesicht gekommen zu sein scheinen. — Dass der lange Fortsatz der Cylinderzellen von einer oben offenen Membran umschlossen ist, schliesse ich daraus, dass derselbe zuweilen, z. B. an Jodserumpräparaten, allmählich sich abplattet, bandförmig wird, während zugleich an seiner Spitze kleine Protoplasmaklümpchen herausquellen.

Die Gabelzellen (Fig. 277 und 278), deren Zahl vielleicht das Doppelte der Kelchzellen beträgt, bestehen, wie die Geschmackzellen der Säugethiere, aus einem Körper mit langen, dünnen Fortsätzen. Der Körper hat die Form eines gestreckten Ellipsoids von 0,006—0,008 Mm. grösster und 0,003 bis 0,004 Mm. kleinster Axe und wird fast ganz von einem bläschenförmigen Kern mit centralem Kernkörperchen ausgefüllt. Die Fortsätze entspringen an dem peripherischen und centralen Pole des Körpers.

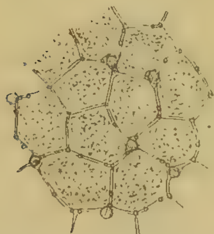
Der peripherische Fortsatz ist im Allgemeinen gabelförmig, 0,021 bis 0,030 Mm. lang. Seine Enden erreichen die freie Oberfläche des Epithels.

Man kann an ihm wie an einer Gabel den Stiel und die Zinken unterscheiden. Der cylindrische, im Mittel 0,0015 — 0,002 Mm. dicke Stiel wird höchstens 0,008 Mm. lang, kann sogar ganz fehlen. Je kürzer er ist, um so länger sind die von ihm ausgehenden Gabelzinken und umgekehrt. Der Stiel theilt sich in zwei, seltner drei Gabelzinken, die zuweilen wieder secundäre Gabeln bilden. Mitunter entspringt seitlich am Stiel eine dritte Gabelzinke. Die Spitzen aller Gabelzinken liegen in einer Ebene, nämlich der Oberfläche des Epithels. Die Gabelzinken sind cylindrische Stäbchen von höchstens 0,001 Mm. Dicke, in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten stehen sie blassen Nervenfasern sehr nahe.


Fig. 278. Isolirte Gabelzellen vom Frosch. (R. temporaria). 600/1.

Am centralen Pole jeder Gabelzelle entspringt ein im Mittel 0,0015 Mm. dicker cylindrischer Ausläufer (selten zwei oder drei dünnere), der sich in höchstens 0,025 Mm., meist in 0,006 Mm. Entfernung vom Pol in zwei Aeste theilt. Aus diesen Aesten gehen durch wiederholte Theilung kleinere sehr dünne Aestchen zweiter und dritter Ordnung hervor, welche mit den blassen an der Oberfläche des Nervenkissens mündenden Nervenfasern in jeder Hinsicht übereinstimmen und sehr wahrscheinlich deren Fortsetzung sind.

Verstümmelte Gabelzellen scheinen schon Billroth (l. i. c. Fig. 12) und Key (Fig. 7 *b*, 11 *a d e*) gesehen zu haben. Unsere Beschreibung ist hauptsächlich nach Exemplaren gegeben, die mit Hülfe von äusserst feinen Glasnadeln entweder frisch in Jodserum, oder nach längerer Einwirkung eines Gemisches von gleichen Theilen starken Glycerins und Kali bichrom. von 0.4% isolirt waren. Nicht selten brechen bei dieser mechanischen Isolirung einzelne Fortsätze ab. — Der Uebergang von centralen Ausläufern der Gabelzellen in die Nervenfasern, die aus dem Nervenkissen treten, wurde noch nicht mit Sicherheit beobachtet. Diess liegt zum grossen Theil daran, dass die Methoden, welche die Nerven zur Ansicht bringen, für die Darstellung und Isolirung der Gabelzellen wenig taugen und man somit fast niemals beide Gebilde gleichzeitig deutlich zu sehen bekommt.


Fig. 279. Flächenansicht eines Stücks von einer Geschmacksscheibe des Frosches, frisch nach 5 Minuten langer Einwirkung von Jodserum. Man sieht von oben auf die breiten 5- oder 6eckigen Kelchzellen, zwischen denen die Enden mehrerer Cylinderzellen und einer grossen Anzahl Gabelzellen im optischen Querschnitt sichtbar sind. 600/1.

Sehr schön kann man zuweilen, wie Fig. 279 zeigt, schon an frischen Präparaten die Zinken der Gabelzellen im optischen Querschnitt auf Oberflächenansichten der Geschmacksscheiben erkennen. Sie erscheinen dann als äusserst kleine und glänzende Kreise zwischen den 5- und 6-eckigen, breiten Kelchzellen. Ausserdem sieht man auch noch die Spitzen der Cylinderzellen als etwas grössere, matte Kreise zwischen den Kelchzellen zerstreut.

C. Geschmacksorgane der Fische.

Die Geschmackswerkzeuge der Fische stimmen in allem Wesentlichen vollkommen mit denen der Säugethiere und Frösche überein. Man kennt sie seit Leydig unter dem Namen der becherförmigen Organe. Es sind knospenförmige, aus eigenthümlichen Zellen zusammengesetzte Gebilde, die im geschichteten Epithel der äusseren Haut und der Mundschleimhaut sitzen. An vielen Stellen dringen daselbst von der bindegewebigen Unterlage der Cutis resp. Schleimhaut her cylindrische, nervenführende Papillen in das Epithel, und auf der etwas ausgehöhlten Endfläche einer jeden sitzt dann ein becherförmiges Organ.

Leydig, der die betreffenden Gebilde in der äussern Haut von Süsswasserfischen entdeckte, war geneigt, sie für Tastorgane zu halten. F. E. Schulze hat sie dann mit überzeugenden Gründen für Geschmacksorgane erklärt. Er fand sie in der vom N. glossopharyngeus versorgten Gaumenschleimhaut der Fische, untersuchte ihren Bau etwas genauer und entdeckte ihre principielle Uebereinstimmung mit den Geschmacksapparaten des Frosches. Am entwickeltsten scheint, nach Schulze, das ganze Bechersystem bei den Cyprinoiden zu sein. Hier stehen die Organe sehr dicht in der den Gaumen, das Zungenrudiment und die innere Seite der Kiemenbögen überziehenden Schleimhaut, ebenso an den Barteln; etwas weiter auseinander an den Lippen und noch weiter an der Kopfhaut und auf dem übrigen Körper. Vermisst wurden sie an den Lippen von Cottus gobio und in der äusseren Haut des Hechts, Lachses, Dorsches und Härings.

Jedes becherförmige Organ besteht aus einem Bündel sehr langer, dicht gedrängt stehender Zellen, welche von der Cutis, resp. Schleimhautpapille bis an die freie Epitheloberfläche reichen. Die Länge dieser Zellen kann 0,1 Mm. und mehr betragen. Man unterscheidet nach F. E. Schulze in jedem Becher zwei verschiedene Typen von Zellen. Die einen, welche den Deckzellen in den Geschmacksknospen der Säugethiere und den Kelch- und Cylinderzellen der Geschmacksscheiben des Frosches entsprechen, stehen hauptsächlich in den peripherischen Partien des Organs. Es sind lange, cylindrische, am oberen Ende quer abgestutzte Zellen, die ungefähr in der Mitte einen länglichen Kern mit Kernkörperchen einschliessen. Nach unten zu gehen die Zellen oft nach geringer Verjüngung in einige »fingerförmige oder zackige dünne Fortsätze« aus.

Die zweite Art von Zellen, welche den Geschmackszellen der andern Wirbelthiere entsprechen, finden sich am zahlreichsten in den mittleren Partien des Bechers. Es sind dies sehr dünne lange Zellen, die aus einem kleinen, gestreckt ellipsoidischen Körper mit zwei fadenförmigen Ausläufern bestehen. Der Körper wird fast ganz von einem Kern, worin ein deutliches Kernkörperchen, ausgefüllt. Der peripherische Fortsatz ist weit länger als der centrale, aber wie dieser ein äusserst dünner gerader cylindrischer Faden. Der centrale Ausläufer ist häufig (nach Einwirkung von Kali bichrom. von

0,5 — 1 %) sehr regelmässig variçös. Zuweilen ist es auch der peripherische Fortsatz.

Die Verbindung dieser Zellen mit den Nervenfasern, welche in der Papille nach oben bis zum Boden des Geschmacksbechers steigen, ist noch nicht beobachtet worden.

Ob von den zahlreichen Sinnesapparaten, die in der Haut vieler wirbelloser Thiere liegen und gemeinhin als Tastwerkzeuge aufgefasst werden, nicht einige zu den Geschmacksorganen zu rechnen seien, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Ueber die Entwickelung der Geschmacksorgane ist nichts Näheres bekannt. [1])

Untersuchungsmethoden.

Für die Untersuchung der Geschmacksorgane der Säugethiere sind jedem, dem es auf schnellen Orientirung über diese Gebilde ankommt, die seitlichen Geschmacksorgane des Kaninchens und Hasen zu empfehlen. Ueber die gröberen anatomischen Verhältnisse, über Lage, Anordnung, Zahl, Grösse u. s. w. der Knospen unterrichtet man sich hier wie bei den Geschmackspapillen an getrockneten Präparaten durch Untersuchung von Schnitten, welche in verdünnter Essigsäure und Glycerin erweicht werden. Oder man erhärtet etwa 24 Stunden in Ueberosmiumsäure 0,5 — 1,5 % und fertigt dann Schnitte an, die durch Glycerin aufgehellt werden können. Auch der Gefrierungsmethode kann man sich mit gutem Erfolg bedienen. — Zum Studium des feineren Baues der Knospen und der sie zusammensetzenden Elemente sind anzurathen Maceration in Jodserum (mit oder ohne Beimischung von etwas Chromsäure), ferner einige Tage langes Einlegen in Lösungen des Kali bichrom. von 1—2 %, denen man passend noch das gleiche Volum starken Glycerins beimischt. So behandelte Präparate muss man dann unter dem einfachen Mikroskop mit äusserst feinen Nadelspitzen zerzupfen. Ich empfehle dazu dringend den Gebrauch äusserst fein zugespitzter Glasstäbchen anstatt der üblichen Stahlnadeln. Die Glasspitzen kann man viel feiner erhalten, sie sind ausserdem viel glätter und weniger klebrig als Stahlnadeln. Um die Vertheilung und Endausbreitung der Nerven zu sehen, kann man Schnitte durch getrocknete oder gefrorene Präparate machen und in verdünnter Essigsäure mit Glycerin untersuchen. Auch Schnitte durch frische, am besten gefrorene Präparate, die dann mit Goldchlorid von 0,1 — 0,5 % oder mit Ueberosmiumsäure von 0,25 — 2 % behandelt werden, sind zu empfehlen. Für die feine Nervenendausbreitung in der Schleimhaut dicht unter den Geschmacksknospen räth Schwalbe besonders eine mehrtägige Maceration in Chromsäure von 0,02 % oder Kali bichrom. von 0,5 — 1 % an.

Die Geschmacksorgane des Frosches untersuche man zuerst ganz frisch in etwas Serum. Man erkennt so das eigenthümliche Epithel der Geschmacksscheibe im lebenden Zustand, unterscheidet die kernreiche innere und die kernlose äussere Schicht desselben, kann auf Flächenansichten von oben die Mosaik sehen, welche

1) Nachträgliche Anmerkung. Vor Kurzem hat F. E. Schulze becherförmige, im Bau mit denen der Fische sehr übereinstimmende Organe in den Papillen der Mundhöhle von Froschlarven entdeckt. Vielleicht sind diess die Jugendzustände der späteren Geschmacksscheiben.

von den Enden der grossen Kelchzellen und den Spitzen der Cylinder und Gabelzellen gebildet wird, und orientirt sich auch gleichzeitig über die dunkelrandigen Nervenfasern und den übrigen Bau der Papillen. Die Zerlegung der Geschmacksscheiben in ihre Elemente gelingt am besten mit Hülfe feiner Glasspitzen unter dem einfachen Mikroskop bei Präparaten, die einige Tage in einem Gemisch von gleichen Theilen Kali bichrom. von 0,4 % und starken Glycerins gelegen haben. Ebenso nach stundenlanger Einwirkung der Ueberosmiumsäure von 0,5—1,5 %. Die Verästelung der Nerven im Nervenkissen ist zuweilen schon an frischen Papillen deutlich, wenn man zuvor die Geschmacksscheiben in Serum wegpräparirt hat. Deutlicher werden sie dann nach Zusatz von Glycerin. Auch Ueberosmiumsäure wäre zu versuchen.

Zum Studium der Zellen in den becherförmigen Organen der Fische empfiehlt F. E. Schulze Zerzupfen nach kurzer Maceration in Kali bichrom. von etwa 0,25 — 1 %.

Literatur.

Waller, Minute structure of the Papillae and Nerves of the Tongue of the Frog and Toad. Philosoph. Transact. 1847.

F. Leydig, Ueber die Haut einiger Süsswasserfische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1851. Bd. III. pag. 3.

——, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857. pag. 84 u. Fig. 44; pag. 196 u. Fig. 100; pag. 299 u. Fig. 160 B; pag. 307 u. Fig. 164.

Carolus Fixsen, De linguae raninae textura. Dorpat 1857.

Billroth, Ueber die Epithelialzellen der Froschzunge u. s. w. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1858. pag. 159. Taf. VII.

Hoyer, Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1859. pag. 481.

Ernst Axel Key, Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1861. pag. 329. Taf. VIII.

R. Hartmann, Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Papillae fungiformes der Froschzunge. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863. pag. 634. Taf. XVII u. XVIII A.

Franz Eilhard Schulze, Ueber die becherförmigen Organe der Fische. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1863 Bd. XII. pag. 218.

L. S. Beale, New observations upon the Minute Anatomy of the Papillae of the Frog's Tongue. Philos. Transact. 1865. Vol. 155. I. pag. 443.

Szabadföldy, Beiträge zur Histologie der Zungenschleimhaut. Arch. f. pathol. Anat. Bd. 38. pag. 177.

Th. Wilh. Engelmann, Ueber die Endigungsweise der Geschmacksnerven des Frosches. Vorl. Mitth. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1867 No. 50.

——, Ueber die Endigungen der Geschmacksnerven in der Zunge des Frosches. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XVIII. pag. 142. Taf. IX. 1867. Holländisch erschienen als:

——, Over de uiteinden der smaakzenuwen in de tong van den kikvorsch. Arch. voor Natuur- en Geneesk. III. p. 387. Met plaat. — S. a. Onderzoekingen gedaan in het physiol. laborat. der Utrecht'sche hoogeschool. Tweede reeks. I. 1867—68. pag. 193.

G. Schwalbe, Ueber das Epithel der Papillae vallatae. Vorl. Mitth. — Arch. f. Mikr. Anat. III. 1867. pag. 504.

Chr. Lovén, Beiträge zur Kenntniss vom Bau der Geschmackswärzchen der Zunge. Arch. f. mikr. Anat. IV. 1868. pag. 96. Taf VII (Uebersetzung aus dem schwedischen Original, das mir nicht zugänglich).

G. Schwalbe, Ueber die Geschmacksorgane der Säugethiere und des Menschen. Arch. f. mikr. Anat. IV. 1868. pag. 154. Taf. XII u. XIII.

——, Zur Kenntniss der Papillae fungiformes der Säugethiere. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868. No. 28.

L. Letzerich, Ueber die Endapparate der Geschmacksnerven. Vorl. Mitth. Centralbl. f. d. med. Wiss. 1868. No. 32.

——, Virchow's Arch. Bd. XLV. pag. 9. Taf. I.

L. S. Beale, New observations upon the minute Anatomy of the frog's tongue. Quart. journ. of microsc. science. 1869. pag. 1. Pl. I–IV.

R. L. Maddox, A contribution to the minute anatomy of the fungiform papillae and termine arrangement of nerve to striped muscular tissue in the tongue of the common frog. Monthly microsc. journ. 1869. pag. 1. pl. I.

H. von Wyss, Ueber ein neues Geschmacksorgan auf der Zunge des Kaninchens. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1869. No. 35. pag. 548.

——, Die becherförmigen Organe der Zunge. Arch. f. mikr. Anat. Bd. VI. 1870. pag. 237. Taf. XV.

F. E. Schulze, Die Geschmacksorgane der Froschlarven. Ibidem. pag. 407. Taf. XXII.

Capitel XXXIV.

Das Gehörorgan.

I.

Das äussere und mittlere Ohr, excl. der Tuba Eustachii.

Von

J. Kessel.

An dem Gehörorgan der höher organisirten Wirbelthiere unterscheidet man einen schallleitenden und einen schallempfindenden Apparat. Der zuleitende Apparat umfasst das äussere und mittlere Ohr, während das innere Ohr in dem Vorhof, den halbcirkelförmigen Canälen und der Schnecke, die empfindenden Elemente birgt.

A. Das äussere Ohr.

Dasselbe begreift die Ohrmuschel, den äusseren Gehörgang und das Trommelfell.

Die Ohrmuschel hat mit Ausnahme des Ohrläppchens eine elastische Knorpelplatte zur stützenden Grundlage, deren complicirte Modellirung die bekannte Form der Muschel bedingt. Der Knorpel selbst gehört zu den Netzknorpeln, ist 1—2 Mm. dick und von einem an elastischen Fasern reichen Perichondrium überzogen. Die Fasern dringen in die Grundsubstanz des Knorpels ein und bilden daselbst feine mit einander anastomosirende Netze, (Rollett, dieses Handbuch pag. 78) in deren Maschen kleine Knorpelzellen eingebettet sind.

Von den Muskeln, welche mit der Muschel in Verbindung stehen, gehören nur diejenigen hierher, welche zwischen den verschiedenen Regionen des Ohrknorpels selbst verlaufen. Es sind kleine, dünne Muskeln, sämmtlich quergestreift, welche sich mit kurzen Sehnen an das Perichondrium inseriren.

Die Cutis der Ohrmuschel, eine continuirliche Fortsetzung derjenigen des

Gesichtes und des Schädels, umkleidet den Knorpel, während sie sich an dem unteren Ende desselben einfach als Duplicatur in Form des Läppchens fortsetzt. Auf der ganzen Oberfläche kommen Wollhaare zum Vorschein, in deren Bälge Talgdrüsen von 0,5—2,0 Mm. Durchmesser einmünden. Die grösste Mächtigkeit erreichen die letzteren in der Muschelhöhle, wo sie im Vergleich zu den feinen Härchen bedeutend überwiegen, so dass ihre Mündungen als feine Grübchen mit blosem Auge bemerkbar sind. Umgekehrt gestaltet sich dieses Verhältniss bei manchen Individuen am Eingange des äusseren Gehörorgans, wo die Wollhaare eine mächtige Entwicklung zeigen, wesshalb ihnen von den Anatomen der Name »Bockshaare« beigelegt wurde. Kleine Schweissdrüsen von 0,15 Mm. Durchmesser finden sich vorzugsweise auf der dem Schädel zugewendeten Fläche der Muschel.

Das subcutane Gewebe der äusseren Haut der Muschel erhält sich an den einzelnen Regionen derselben nicht ganz gleich. In seine Substanz sind elastische Fasern zahlreich eingewebt, welche sich durch das Perichondrium bis zu den Knorpelnetzen verfolgen lassen. An der concaven Fläche bildet dasselbe einen dünnen festen mit dem Perichondrium verbundenen Streifen, wesshalb denn auch die Haut an dieser Stelle nicht verschoben werden kann. Auf der convexen Seite der Muschel mehrt sich das subcutane Gewebe, wodurch die Haut daselbst verschiebbar wird; nimmt sodann an der Ohrkrempe und den unteren Partien Fettzellen in steigendem Masse in seine Maschen auf, wodurch die Form und Dicke des Ohrläppchens, welches bekanntlich des stützenden Knorpels für gewöhnlich bar ist, wesentlich bedingt wird.

Die Ohrmuschel bezieht ihr Blut aus verschiedenen Quellen. Die aus den arteriellen Stämmen hervorgehenden kapillaren Netze verbreiten sich in der Cutis, den in ihr liegenden Haarbälgen und Drüsen, sowie in dem Knorpel. Einige der Gefässe dringen quer von der inneren zur äusseren Seite durch den Knorpel hindurch (Pareidt [31]), während andere in dem Perichondrium verbleiben. Von letzteren aus sollen nach Meyer [28]) auch Aestchen in die Knorpelsubstanz eindringen und sich daselbst vertheilen. Nerven finden sich am reichlichsten auf der convexen Muschelfläche, weniger reich auf der concaven Fläche und am Läppchen. Die gröberen Züge verlaufen neben den grösseren Gefässen und durchbohren an der medialen Seite den Knorpel um zur Haut der lateralen Fläche zu gelangen.

Der äussere Gehörgang besteht aus einer knorpeligen und einer knöchernen Abtheilung, welche zusammen durchschnittlich einen Längendurchmesser von 24 Mm. haben (Troeltsch [15]), wovon 8 Mm. auf die erste und 16 Mm. auf die letzte kommen; die Weite des Ganges ist individuellen Schwankungen unterworfen. Der knorpelige Theil geht aus dem Muschelknorpel und dem Tragus hervor und stellt eine nach hinten und oben offene Rinne dar, welche durch fibröses Gewebe zu einer Röhre vervollständigt wird. Mit dem knöchernen Gehörgange ist er durch einen schmalen Bindengewebsstreifen beweglich verbunden. Der Knorpel selbst, von demselben Bau wie die Muschel,

hat zum Zwecke einer grösseren Verschiebbarkeit nach hinten oben an der vorderen und unteren Wand zwei Spalten, deren Lücken durch fibröses Gewebe geschlossen sind. Die Cutis des äusseren Gehörganges ist eine continuirliche Fortsetzung der äusseren Haut der Muschel und des Tragus. Dieselbe ist nicht überall von gleicher Beschaffenheit, sondern zeigt Differenzen, welche sich sowohl auf den dicken Durchmesser derselben als auch auf ihren inneren Bau beziehen. In dem knorpeligen Gehörgange ist die Cutis $1\frac{1}{2}$ Mm. dick, enthält Wollhaare mit ihren Talgdrüsen und Ohrenschmalzdrüsen und wenig Fett im Unterhautzellgewebe; in der knöchernen Abtheilung des Gehörganges ändert sie rasch ihren Charakter, insofern der dicke Durchmesser auf 0,1 Mm. sinkt, die Wollhaare äusserst fein und selten werden, und die Ohrenschmalzdrüsen mit Ausnahme an der hinteren oberen Wand, wo sie sich (jedoch nicht immer) bis zum Uebergang auf das Trommelfell forterstrecken. Unter der Oberhaut finden sich niedere in Längsreihen angeordnete Papillen, und ein mit elastischen Fasern reichlich durchzogenes Corium, das in seiner untersten Lage zugleich das Periost vertritt. Die Ohrenschmalzdrüsen stimmen sowohl, was die Zeit und Art ihrer Entwicklung betrifft, als in ihrer äusseren Form und in ihrer feineren geweblichen Beschaffenheit mit den Schweissdrüsen überein. Dasselbe gilt von dem Inhalte der Ohrenschmalzdrüsen, soweit das Mikroskop eine Beurtheilung zulässt; nur finden sich im Ohrenschmalze feinste häufig in Conglomerate angeordnete Farbstoffkörner. (Siehe dieses Lehrbuch pag. 597.) Die Ohrenschmalzdrüsen und Talgdrüsen liefern zusammen ein weissgelbliches, mehr oder weniger flüssiges Secret, das ursprünglich aus kleineren und grösseren Fettkugeln, zusammengeballten Farbstoffkörnern und aus Zellen besteht, in welchen einzelne Fettkügelchen und Farbstoffkörnchen eingebettet sind. Hierzu gesellen sich von der Auskleidung des Gehörganges Härchen und Epidermisschuppen, dann von aussen her Körper der verschiedensten Art. Bei stärkerer Anhäufung und längerem Verbleiben des Ohrenschmalzes im äusseren Gehörgange ändert dasselbe seine Farbe und bildet nach Verdunstung seines Wassergehaltes consistente Massen, die sog. Ohrenschmalzpfröpfe.

Die grösseren arteriellen Gefässe verlaufen an der oberen und hinteren Wand des Gehörganges und zweigen von hier eine stärkere Arterie ab, welche auf das Trommelfell übertritt. Die Hauptnervenstämme, welche in der Cutis des knorpeligen Gehörganges vorgefunden werden, lösen sich in dem knöchernen Theile desselben in zahlreiche Aeste auf, wodurch am Ende des Ganges die Verbreitungsfläche der Nerven den äusseren Theilen gegenüber bedeutend vergrössert wird, und hiermit dürfte die grosse Empfindlichkeit dieser Partie im Einklange stehen.

Das Trommelfell ist als Scheidewand zwischen dem äusseren Gehörgange und der Paukenhöhle ausgespannt.

Die Form desselben ist im Allgemeinen eine elliptische, deren Regelmässigkeit aber durch den vorn und oben gelegenen Rivinischen Ausschnitt gestört wird.

Die längere Axe dieses Ellipsoides geht von hinten und oben nach vorn und unten, die kürzere von vorn und oben nach hinten und unten. Dem entsprechend müsste man auch die Durchmesser des Trommelfelles in der Richtung der Axen des Ellipsoides messen und nicht wie das gewöhnlich geschehen ist im vertikalen und horizontalen Durchmesser. Man erhält in ersterem Falle andere Werthe, und zwar, der längeren Axe des Ellipsoides entsprechend 9,5—10 Mm. der kürzeren 8 Mm. während der horizontale Durchmesser 8—8,5 und der verticale 8,5—9 Mm. beträgt.

Die Ebenen, welche man durch die Ansatzfurchen beider Trommelfelle legt, sind gegeneinander geneigt; ihre Neigung ist gegeben durch einen nach oben und einen nach hinten offenen Winkel; der erstere beträgt 130—135°, der letztere ist durch Messung noch nicht genau bestimmt. Das Trommelfell selbst liegt nicht in der Ebene seiner Ansatzfurche, sondern ist nach der Fläche gekrümmt, so dass die Membran einem Trichter entspricht, dessen Spitze am unteren Griffende des Hammers liegt, dessen Meridianlinien aber gegen seine Höhlung hin convex gewölbt sind.

Zur Versinnlichung der Topographie der einzelnen das Trommelfell constituirenden Elemente bedient man sich mit Vortheil der intacten Membran bei schwacher Vergrösserung. Zu diesem Zwecke präparirt man dieselbe mit ihrem knöchernen Rahmen und dem zugehörigen Gehörknöchelchen von dem Felsenbeine ab und legt es einige Stunden ins Wasser, alsdann löst sich die für die Beobachtung hinderliche Oberhaut grossentheils ab. Hierauf entwässert man das Präparat in absolutem Alkohol, hellt in Terpentinöl auf und lässt es trocknen. Mit schwachen Vergrösserungen beobachtet man jetzt 3 Schichten, eine äussere, mittlere und innere, welche mittelst eines verdickten Randes, dem Sehnenring in einem knöchernen nur am Rivinischen Ausschnitte fehlenden Falze angeheftet sind. Die äussere Schichte, welche als Fortsetzung der Cutis des Gehörganges zu betrachten ist, stimmt im Wesentlichen mit der letzteren überein. Die mittlere Lage, die mächtigste Schichte des Trommelfelles, besteht aus mehr oder weniger breiten, scharf conturirten Fasern, deren grösste Summe entweder in radialer oder circularer Richtung zum Hammer verläuft; nur ein kleiner Theil strahlt zwischen beiden ersteren nach den verschiedensten Richtungen hin aus. Die radiäre Schichte liegt nach aussen unter der Cutis, die cirkuläre nach innen unter der Schleimhaut.

Die innere oder Schleimhautschichte des Trommelfelles ist eine unmittelbare Fortsetzung der Schleimhaut der Trommelhöhle; dieselbe ist sehr dünn und ihres complicirten Baues wegen nur mit starken Vergrösserungen zu definiren. Obwohl es leicht gelingt sich von der gegenseitigen Anordnung der das Trommelfell zusammensetzenden Elemente zu überzeugen, so macht doch eine Stelle, der Rivinische Ausschnitt, eine Ausnahme, über dessen feineren Bau die Ansichten der Autoren noch vielfach auseinandergehen. Der knöcherne Falz in welches das Trommelfell eingefügt ist, läuft nicht in sich selbst zurück. Es findet sich im Knochen ein Ausschnitt in Gestalt eines mehr oder weniger flachen Kreisabschnittes, dessen 2,5—3 Mm. lange Sehne durch die Verbindungslinie der beiden Enden des Falzes dargestellt wird — der Rivinische Ausschnitt. Ausgefüllt wird der Rivinische Ausschnitt durch das Gewebe der Cutis und die Schleimhaut des Trommelfelles. Der Sehnenring

des Trommelfelles aber biegt mit dem grösseren Theil seiner Fasern an den beiden Ecken des Ausschnittes von seiner Richtung ab und wendet sich der tiefer liegenden Spitze des Processus brevis zu um an demselben zu inseriren, während der Rest der Sehnenfasern des Ringes nach oben zieht und sich in dem Bindegewebe des Periostes verliert. Auf diese Weise wird ein unregelmässiger dreieckiger Raum gebildet, der nach oben von dem Rivinischen Ausschnitt und zu beiden Seiten von zwei Bändern begrenzt wird, durch welche der Hammer resp. die Spitze seines kurzen Fortsatzes an die vordere und hintere Ecke der Ansatzfurche befestiget wird. Das vordere Band ist 1,5 Mm., das hintere 2 Mm. lang. Die drei Insertionspunkte dieser Bänder liegen nicht in einer senkrechten Ebene, sondern der untere beiden gemeinschaftliche springt gerade soweit lateralwärts über die obere hervor als der kurze Fortsatz des Hammers das Trommelfell an dieser Stelle nach dem Gehörgange zu verdrängt, so dass eine vom Rivinischen Ausschnitt nach unten gezogene Senkrechte denselben nahezu am Abgange vom Halse schneiden würde. Die Entfernung von dem höchsten Punkte des Ausschnittes bis zur Spitze des kurzen Fortsatzes beträgt 2,5—3 Mm.

Derjenige Gewebstheil, welcher den eben beschriebenen Raum ausfüllt, von Odo Schrapnell [10]) Membrana flacida genannt, ist minder fest gespannt als das übrige Trommelfell und zuweilen sogar taschenähnlich gegen die Paukenhöhle eingesunken (Henle [12]). Er besteht aus einer sehr dünnen Lage der Cutis und der Schleimhaut des Trommelfelles. Die Cutis führt unter der Oberhaut, ausser den Gefässen und Nerven, wellige Bindegewebszüge, welche von der hinteren oberen Abtheilung des Gehörganges schräg über den dreieckigen Raum hinwegziehen, um in die Circulärfasern des vorderen oberen Segmentes überzugehen. Die dünne Schleimhautschichte erstreckt sich bis zum knöchernen Rande des Rivinischen Ausschnittes und springt von hier zu der ihm gegenüberliegenden Leiste des Hammerhalses über.

Die Behauptung, dass ein Rivinisches Loch unter sonst normalen Verhältnissen hier vorkomme, ist durch Hyrtl [16]) und andere Forscher gründlich widerlegt, dasselbe ist, wo es auftritt in Folge von Entzündung entstanden. Ich habe mich an Leichen und in neuerer Zeit bei Dr. Gruber auch an Lebenden direkt von der Richtigkeit dieser Anschauung überzeugen können.

Nach dieser allgemeinen Betrachtung der topographischen Verhältnisse des Trommelfelles gehe ich zur Beschreibung des feinen mikroskopischen Baues über.

Die Cutis des knöchernen Gehörganges geht von allen Punkten seines Umfanges continuirlich auf das Trommelfell über. Die spärlich in demselben vorhandenen Härchen und Drüsen fehlen an dem letzteren ganz; die Papillen reichen mit Ausnahme der hinteren oberen Partie, wo sie sich bis zum Proc. brevis erstrecken, nur bis zum Sehnenring. Das Rete Malpighii zeigt an den übrigen Abtheilungen des Trommelfelles einen ebenen, nur stellenweise einen welligen Verlauf. An einem frischen mit Ueberosmiumsäure behandelten Trommelfelle färbt sich die Hornschichte ebenso wie im Gehörgange genau bis

zur Lage der Epidermiszellen schwarz. (Ein Beweis für Fettgehalt Ohrenschmalz Williams). Die Hornzellen, die verschieden dicke Oberhaut, sowie das Corium nehmen zuerst in der Richtung von der Peripherie zum Hammergriff allmählich an Dicke ab, um über seiner äusseren Kante die grösste Mächtigkeit zu erlangen. Dies Verhalten wird dadurch bedingt, dass die Gefässe und Nerven der Cutis und der Membr. propr. von starken Bindegewebszügen begleitet in schiefer Richtung von der hinteren oberen Wand des Gehörganges nach dem Hammergriff zustreben und erst demselben entlang und dann über ihm herziehen. Ein Theil der Bindegewebszüge umkreist den Spatel des Hammers und verbindet sich auf der vorderen Seite mit jenem, welcher die nach oben ziehenden Venen des Hammerplexus einhüllt.

Von dem eben geschilderten allgemeinen Verhalten der Cutis des Trommelfelles abgesehen, unterliegt der Dickendurchmesser der Oberhaut mannigfachen individuellen Schwankungen. Wohl ist es eine allgemeine Erfahrung, dass sich die Zellen der Hornschichte im Tode rasch trüben und leicht ablösen, so dass man häufig nicht im Stande ist an Querschnitten zu beurtheilen, ob man noch sämmtliche Schichten vor sich hat, oder ob sich die oberflächlichsten derselben abgelöst haben. Man muss ferner selbstverständlich den häufig vorkommenden pathologischen Veränderungen Rechnung tragen, um sich vor Täuschungen bei Beurtheilung des normalen Durchmessers zu schützen.

Gleichwohl habe ich mit Berücksichtigung dieser Fehlerquellen durch zahlreiche Messungen die Ueberzeugung gewonnen, dass der Durchmesser der Oberhaut bei Erwachsenen sehr ansehnlich variirel. In wie weit nun die schwächere oder stärkere Entwicklung der Oberhaut des Trommelfelles auf die Empfindlichkeit und den gesetzmässigen Ablauf der physiologischen Funktionen von Einfluss ist, lässt sich bis jetzt nicht mit Bestimmtheit aussprechen. Aus Analogie mit der äusseren Haut liesse sich vermuthen, dass auch hier die geringere Massenentwickelung der grösseren Empfindlichkeit zu gute kommt. Auch lässt sich die Mächtigkeit der Oberhaut am Trommelfell der Neugebornen in demselben Sinne verwerthen.

Die Membrana propria besteht aus scharf conturirten, stark lichtbrechenden Fasern, welche an den Seiten abgeplattet, in der Mitte bauchig aufgetrieben sind und einen Durchmesser von 0,0036—0,0108 Mm. haben. Dieselben erscheinen unter Umständen homogen, sie sind aber in der That fibrillirt. Setzt man nemlich Reagentien zu, wie Chromsäure, Chlorgold, Osmiumsäure etc., so tritt die fibrilläre Struktur der Fasern deutlich hervor. Am nächsten stehen die Trommelfellfasern den Sehnenfasern und bieten demgemäss dasselbe chemische Verhalten; sie quellen in Kali und Essigsäurelösungen auf, in Kalk- und Barytwasser lockern sich die Fibrillen unter Lösung ihrer Kittsubstanzen. Kocht man das Trommelfell in verdünnter Kalilösung, so wird es aufgelöst; wobei nur geringe Reste elastischen Gewebes zurückbleiben, welches theils deutlich noch Gefässröhren erkennen lässt, theils auch eine sehr dünne continuirliche Membran, die wahrscheinlich die Grundlage des Schleimhautblattes an der inneren Seite des Trommelfelles bildet (Helmholtz[1]). Sehr geeignet zur Untersuchung dieser fibrillären Bänder ist das embryonale Trommelfell. Man findet an demselben die Membrana propria durch deutliche Fibrillenbündel

und alle Entwicklungsstadien der letzteren vertreten. Eine erkennbare Grenze zwischen dem Bindegewebe der Cutis und dem die spätere Membrana propria repräsentirenden Fasern existirt in den früheren Entwicklungsperioden nicht; sie spricht sich erst gegen das Ende des Fötallebens aus.

Man kann daher letztere (Membr. propr.) »als eine zu physiologischen Zwecken günstig angeordnete und metamorphosirte tiefe Lage des Coriums betrachten.« Auch an Trommelfellen Erwachsener kann man an Zerzupfungs-präparaten sehen, wie die glänzenden Bänder sich aufbüscheln und in die dünne Lage fibrillären Gewebes der Cutis und auch des Grundgewebes der Schleimhaut übergehen. Durch die innige Verbindung der Fibrillen mit ihren Kittsubstanzen und durch das Zusammenlegen zu starken breiten Bändern werden letztere selbst sehr widerstandsfähig gegen jede Dehnung und bilden bei der Art und Weise der hier näher zu erörternden Zusammenlegung eine fast unausdehnbare Membran, welche für die mechanischen Leistungen zu Hörzwecken, wie uns Helmholtz[11]) lehrt, von der grössten Wichtigkeit ist. — Diese Fasern laufen in den einzelnen früher angedeuteten Schichten entweder parallel nebeneinander oder kreuzen einander in sehr spitzen Winkeln und verbinden sich häufig (Gerlach[7]), überall Spalten und grössere Lücken zwischen sich lassend.

Die Spalten sind gewöhnlich leer und dann hellglänzend oder an ihren Rändern mit feingranulirter Masse bedeckt. Zuweilen sieht man ausser den später zu beschreibenden Nervenfasern auch Zellen in ihnen, welche sich dann den Spalträumen genau anpassen. Diese Zellen, welche man als Trommelfell-körperchen bezeichnet (v. Troeltsch[11]), kommen je nach ihrer Lagerung in der Ebene bald als Spindel- bald als Sternform zur Beobachtung; in ersterem Falle sieht man sie im Profil, im letzteren en face.

Die grösseren Lücken sind mit wandständigen Kernen versehen und häufig mit amöboiden Zellen gefüllt. Mit Hülfe der Injections- und Chlorgoldmethode lässt sich evident nachweisen, dass es sich hier um quer und schräg durch-tretende Gefässe handelt.

An der Peripherie verflechten sich die drei Lagen der Membr. propr. untereinander, kleinere und grössere Lücken für den Durchtritt von Gefässen zwischen sich lassend und bilden durch ihre weitere Verbindung mit dem Gewebe der Cutis, des äusseren Gehörganges und der Paukenhöhlenschleim-haut einen dicken Wulst, »den Sehnenring«, welcher sich mittelst eines dünnen Periostes an den Annulus tympanicus anheftet. Zwischen den stark glänzen-den Fibrillenbündeln finden sich hier ausser den Gefässen spindelförmige, kernhaltige Formelemente vor, und nicht selten kleine Knorpelzellen, einzeln oder in Reihen liegend. Aus obiger Darstellung erhellt, dass alle Lagen der Membr. propr. mit dem Sehnenring in Verbindung stehen; ich muss daher Gruber[8]) beipflichten, wenn er neuerdings darauf hinweist, dass die Circular-fasern deutlich bis in den Sehnenring zu verfolgen sind, weiter aber hinzu-fügen, dass dieselben in Abständen von einander und einzeln in sehr spitzen

Winkeln vom letzteren abgehen; die abgehenden Fasern summiren sich in ihrem weiteren Verlauf in der Nähe des Ringes und erlangen dadurch für sich allein eine Mächtigkeit, die derjenigen gleichkommt, welche aus den Maassen der Oberhaut, Cutis und Schleimhaut zusammenresultirt; durch die Spannung dieser Fasern werden die Radien der Trommelfläche convex gegen den Gehörgang gewölbt. Gegen die Mitte des Trommelfelles nehmen die Circularfasern an Stärke wieder ab und fehlen am unteren Drittheil des Hammergriffes und seiner Umgebung. Besonders stark ausgesprochen ist die Circularfaserschichte an der Peripherie des vorderen oberen Segmentes, weil sich hier den Fasern, welche aus dem Sehnenring stammen, noch jene hinzugesellen, welche in schräger Richtung von der hinteren oberen Wand des Gehörganges kommen, und durch den beschriebenen dreieckigen Raum unterhalb des Rivinischen Ausschnittes ziehen.

Somit wäre die Circularschicht mit Ausnahme des erwähnten neutralen Theiles überall vorhanden. Die wechselnden Durchmesser der circulären Lage sowie die verschiedene Dicke der Cutis, welche wie oben angegeben, an der Peripherie und längs des Hammergriffes am stärksten ausgesprochen ist, machen es unmöglich, einen Dickendurchmesser des Trommelfelles zu normiren; er beträgt an den beiden letztgenannten Stellen etwa 0,1 Mm. während er an den zwischen ihnen gelegenen Partien, wo die Cutis an Dicke abnimmt und die Circulärfasern dünner werden oder ganz fehlen, nur die Hälfte dieses Maasses und selbst darunter beträgt. Weiter verbindet sich die Membr. propr. mit dem Hammergriff. Die Ansichten über die Art und Weise, wie diess geschieht, gehen wesentlich auseinander: Nach v. Troeltsch [15]) ist der Hammergriff zwischen beide Faserlagern (Radiär- und Circularschichte) eingeschoben, die erstere geht von ihm aus, die andere liegt hinter ihm, aber so, dass der oberste Theil des Ringfaserbandes sich nach aussen vom Hammer schlägt und an der äusseren Seite des Hammers verläuft. Gruber [8]) unterzog die Befestigungsweise des Hammers am Trommelfell einer erneuten Untersuchung und beschrieb ein bis dahin unbekanntes Knorpelgebilde, welches über dem kurzen Fortsatze beginnen und $^1/_2$ Mm. bis unter das Griffende herabreichen sollte. An den unteren zwei Drittheilen des Griffes sollte das Gebilde fest mit demselben verbunden, oben aber, wo sich der processus brevis befindet nicht verwachsen sein, sondern eine Art Gelenk bilden, dessen Höhle mit einer synoviaartiger Flüssigkeit gefüllt sei. Spätere Untersuchungen von Prussak [36]), mir [17]) und Moos [29]) stimmen dahin überein, dass zwar ein Drittheil des kurzen Fortsatzes aus Knorpel besteht aber ununterbrochen in den knöchernen Theil übergeht. Nach Prussak und Moos findet man ferner unter dem Periost des Griffes an der ganzen Peripherie eine dünne Lage von Knorpelzellen, und zwar, nicht bloss bei Neugebornen sondern auch bei Erwachsenen und Greisen.

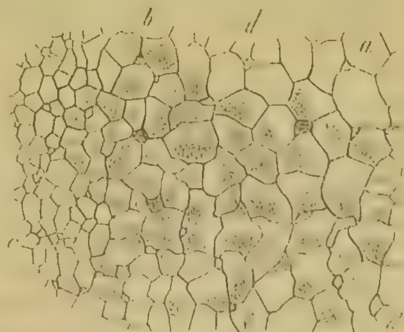
Ich habe dieses Verhalten in neuester Zeit wiederholt an Trommelfellen studirt, welche noch in Verbindung mit dem Hammer waren und verschiedenen Lebensstufen angehörten. Bei 3—9 monatlichen Embryonen finden sich

die Gehörknöchelchen noch im knorpeligen Zustande und bieten den Vortheil, dass sie ohne weitere Vorbereitung zu Schnitten verwendet werden können, während solche von Neugebornen und Erwachsenen erst einem Entkalkungsprocesse unterworfen werden müssen. Fertigt man solche Durchschnitte an, welche das Trommelfell und den Hammer in ihrer natürlichen Verbindung zugleich treffen, so findet man den Hammer (vorzugsweise deutlich bei Embryonen) von einem selbständigen von den Elementen der Membr. propr. unabhängigen Periost umgeben und nur durch eine 0,2—0,3 Mm. breite Schleimhautduplicatur mit den ersteren resp. der Schleimhaut des Trommelfelles in Verbindung. An der Stelle, wo sich später der kurze Fortsatz entwickelt, findet sich über dem Periost und in dem Gewebe der Duplicatur ein Haufen hellglänzender, kernhaltiger Zellen. Diese zeitlebens als Knorpelzellen persistirenden Elemente bilden mit dem gegen Ende des Fötallebens sich entwickelnden knöchernen Theil des kurzen Fortsatzes bei gleichzeitiger Verknöcherung des Periostes an der Verschmelzungsstelle eine innig verbundene Masse. Um diese Zeit ist dann auch die Verbindung des Hammers mit dem Trommelfelle eine innige, jedoch nur an zwei Stellen, am kurzen Fortsatze, woselbst sich die von den Ecken des Rivinischen Ausschnittes herabziehenden Bänder inseriren, und am unteren Drittel seines Griffes, wo ein Theil der Radiarfasern das Periost verstärkt, der andere aber vor dem Hammergriff sich kreuzt, um in die unregelmässigen zwischen Radiar- und Circularfasern befindliche Lage überzugehen. Mit dem Periost der oberen Hammergriffpartien ist die Membr. propr. nur durch lockeres Bindegewebe verbunden, so dass eine geringe Verschiebbarkeit desselben an dieser Stelle auch ohne gelenkartige Verbindung möglich ist. Die Schleimhaut, welche von der inneren Fläche des Trommelfelles auf den Hammer übergeht, kommt bei seiner Befestigung am ersteren nur wenig in Betracht.

Die Angaben, dass die Paukenhöhle während des ganzen Uterinlebens mit einem jungen Bindegewebe ausgefüllt sei, bedürfen der Controlle, da ich zu wiederholten Malen bei älteren Embryonen und Neugebornen die Höhle mit Flüssigkeit gefüllt und ihre Schleimhaut von Epithel überkleidet fand.

Die Schleimhaut des Trommelfelles besteht aus einem Epithel und einem darunterliegenden Fasergerüste. Das Epithel, welches bisher als eine einfache Lage von Pflasterzellen beschrieben wurde, zeigt keineswegs überall diese Beschaffenheit, sondern Formeigenthümlichkeiten wie sie von Ludwig und Schweigger-Seidel (Arbeiten aus d. physiolog. Anstalt zu Leipzig 1866) am Epithel der Bauchfläche des Kaninchenzwergfelles beschrieben wurden. Bei Silberbehandlung kommen an der Schleimhautoberfläche polygonale, durch dunkle geschlängelte

Fig. 280.



Schleimhautepithel d. menschlichen Trommelfelles. Silberpräparat.

Linien eingeschlossene Flächen von wechselnder Grösse zum Vorschein Fig. 280.

Wo ihre Grenzen zusammenstossen, zeigen sich runde, oder mehr eckige Stellen (*d*) welche den Eindruck von Oeffnungen machen, und wird diese Vermuthungen noch dadurch unterstützt, dass man sie bei der Behandlung mit Jodserum als homogen erkennen kann. Man kann grosse (*a*), kleinere *b*) und kleinste (*c*) Polygone unterscheiden, und liegen die letzteren hauptsächlich längs des Hammergriffes und gegen die Peripherie hin und fassen die meisten homogenen Stellen zwischen sich. Ferner ist auch die Färbung der Zellen nach der Silberbehandlung verschieden, indem sie bald kaum gefärbt, bald ganz schwarz und undurchsichtig erscheinen; diese finden sich wieder häufiger zwischen den kleinen Polygonen. Die Kerne sind auch hier, wie es gewöhnlich nach der Silberbehandlung der Fall ist, unsichtbar, zuweilen jedoch bleiben einige derselben sichtbar und zeigen dann häufig eine excentrische Lage.

Das Fasergerüst der Schleimhaut liegt unter dem eben beschriebenen Epithel und überbrückt anderseits die Membr. propria. Die Anordnung ist am menschlichen Trommelfelle eine wechselnde. Fig. 281 soll daher nur eine Vorstellung von den Formen des Gerüstes geben, wie es am häufigsten am hinteren Segmente des Trommelfelles vorgefunden wird. Daselbst findet man in der Mitte zwischen Hammergriff und Sehnenring eine aus feinsten Fibrillen gebildete Membran, welche gleichgebaute, mehr oder weniger breite Balken nach verschiedenen Richtungen hin ausschickt. Die Membran wechselt in ihrer Grösse. Sie reicht auf der einen Seite gewöhnlich bis an den Hammergriff und geht in dessen Schleimhaut über, oder sie endet schon in einiger Entfernung von demselben und stützt sich alsdann mit mehreren balkenartigen Fortsätzen auf die Radiärfasern, indem sie sich mit ihnen verfilzen. Gewöhnlich sehe ich einen Balken des Gerüstes zum kurzen Fortsatze ziehen. Auf der anderen Seite, gegen den Sehnenring zu, gehen von der mittleren membranösen Ausbreitung Balken nach der Peripherie hin, welche über den Circularfasern fächerförmig ausstrahlend sich miteinander verflechten. Durch die Ausstrahlung je zweier Balken wird an der mittleren membranösen Ausbreitung ein Lager gebildet,

Fig. 281.



Ein Theil des hinteren Segmentes unter schwacher Vergrösserung: a) die daselbst befindliche Membran dicht unter dem Epithel mit ihren Fortsätzen nach b) dem Sehnenring. Die dunkelgehaltenen Maschen entsprechen den Blutgefässen. Chlorgoldpräparat.

dessen Concavität nach der Peripherie sieht. Durch die weitere periphere Verbindung werden diese Bögen zu verschiedenartig gestalteten Oeffnungen umgewandelt, deren Zahl und Lage sehr wechseln. Auch die mittlere membranöse Ausbreitung kann sich durchlöchert zeigen. Complicirt wird der Bau des Gerüstes noch dadurch, dass nicht alle der erwähnten radiären Balken in einer Ebene liegen, sondern statt nach dem Sehnenring zu gehen, alsbald in die Tiefe zwischen Radiär- und Circularfasern in die erwähnten, zwischen letzteren frei bleibenden Räumen eindringen und sich darin als Balkenwerk derart ausbreiten, dass eine Anzahl mit einander kommunicirender Räume, »Lacunen« gebildet werden. Diese können wieder durch Lücken zwischen den Circulärfasern mit dem oberen Höhlensystem in Verbindung stehen. Die beschriebenen Räume sind sämmtlich mit einem Endothel ausgekleidet, dessen Form und Hinfälligkeit am besten mit dem Descemetischen Epithel der Cornea verglichen werden kann. Durch die Silber- und Chlorgoldbehandlung treten dunkelgefärbte Schlangenlinien in Form von Maschen auf, wie sie für die Lymphgefässe charakteristisch sind. Das Verhalten des Gerüstes an den restirenden Trommelfellpartien betreffend, wäre zu bemerken, dass es in der Norm auch am vorderen Segmente gleiche Configurationen wie die eben beschriebenen bildet und sich nur an den unteren Abtheilungen in Form einer durchlöcherten Membrana vorfindet. Doch können auch hier die bekannten Abweichungen der Faseranordnung vorkommen.

Gruber beschreibt in einer Monographie [8]) als dendritisches Gebilde ein Fasergerüste, das wohl seiner Lage nach dem unsrigen entspricht, dessen näheres Verhalten aber daselbst nicht genug gewürdigt worden ist.

Mit dem Fasergerüste stehen hauptsächlich bei Kindern an der Randzone der Schleimhaut 0,220 Mm. lange und 0,088 Mm. breite, von Gerlach zuerst beschriebene Zotten in Verbindung. (An den Tröltschischen Taschen und am Hammer kommen diese Zotten ebenfalls vor.)

Sie sind von Plattenepithel überkleidet und bestehen im Inneren aus Bindegewebe, in welches Capillarschlingen verlaufen.

Von den Nerven- Blut- und Lymphgefässen des Trommelfelles ist nur das Verhalten der Blutgefässe durch Gerlach [7]), v. Troeltsch [45]) und Rüdinger [38]) bekannt. Ueber die Nerven schreibt v. Troeltsch [45]), dass sie sich hauptsächlich oder fast allein in der Cutis verbreiten, ohne sich jedoch über die Art ihrer Endverbreitung daselbst näher einzulassen; in der Schleimhaut konnte er sie nie auffinden, woselbst Gerlach [7]) einigemal einzelne feine, marklose Nervenfasern erkannte.

Die Membr. propr. soll nach allen denjenigen, welche sich bisher mit der Anatomie des Trommelfelles beschäftigt haben, nerven- und gefässlos sein; und nur an der Peripherie nach Gerlach [7]) eine capillare Anastomose zwischen der Schleimhaut und Cutislage vorkommen. Eine Beschreibung der Lymphgefässe existirt meines Wissens ausser der im Centralblatt für medic. Wiss. von mir veröffentlichten nicht. Die Resultate meiner Untersuchung lehren

indessen, dass sich Nerven, Blut- und Lymphgefässe in 3, den Hauptschichten des Trommelfelles entsprechenden Lagen, in der Cutis, der Membr. propr. und in der Schleimhaut vorfinden.

Die Blutgefässe der Cutis (und Membr. propr.) werden hauptsächlich durch eine Arterie gespeist, welche an der hinteren oberen Wand des Gehörganges auf das Trommelfell tritt, am hinteren Segmente längs des Hammergriffes herabsteigt und dabei fortwährend kleine Aestchen in radiärer Richtung zur Peripherie sendet. Gegen das untere Ende des Griffes tritt dieselbe über ihn hinweg und gabelt sich in zwei Aeste, von welchen der eine den vorderen unteren Quadranten versorgt. Die in centrifugaler Richtung in der Cutis verlaufenden stellenweise durch quere oder schief auslaufende Anastomosen verbundene Aeste gehen in capillare Netze über, die einerseits zu kleineren, die Arterien begleitenden Venen zusammenfliessen, anderseits auf kürzestem Wege in zwei Venenplexus übergehen, von welchen der eine den Hammergriff umkreist und sein Blut in die hinteren oberen Venen der Cutis des Gehörganges entleert, der andere am Rande des Trommelfelles liegt und sein Blut ebenfalls in der Richtung nach aussen abgibt.

Ausser dieser Hauptarterie gehen noch kleinere in ziemlich gleichmässigen Abständen von der Peripherie mit der Cutis auf das Trommelfell über, lösen sich rasch in Capillaren auf, die mit den beschriebenen in Verbindung stehen. Das mittlere in der Membr. prop. gelegene capillare Netz kommunicirt sowohl mit demjenigen der Schleimhaut als dem eben beschriebenen äusseren; es breitet sich zwischen den Radiär- und Circulärfaserschichten sowie in dem Höhlensystem aus, sich überall dicht an die Wandungen desselben haltend. An der mittleren und inneren zwischen Hammergriff und Sehnenring gelegenen Partien, wo sich die Radiärfasern in ihrem Verlaufe nach dem Griffe immer mehr zusammendrängen und die Circulärfasern fehlen, gehen die Capillaren mehr quer oder schräg von dem äusseren zwischen den Radiärfasern hindurch zu dem inneren Capillarnetze der Schleimhaut, so dass diese Stelle der Membrana propria am gefässärmsten erscheint. Gegen die Peripherie hin weichen die Radiärfasern stellenweise auseinander und lassen Rinnen zwischen sich, welche durch Capillaren von rasch wachsendem Querdurchmesser ausgefüllt werden; die Gefässe selbst verlaufen daher auch radienartig u. z. in regelmässigen Abständen. Auch diese Gefässe ergiessen ihren Inhalt in den Randplexus.

Präparirt man die Cutis und die Schleimhaut von der Membr. propr. ab, so reissen die quer und schräg durchtretenden Gefässe ab, alsdann hat man die vorne erwähnten Lücken mit wandständigen Kernen vor sich.

Das innere Blutgefässnetz der Schleimhaut besteht vorzugsweise aus Capillaren und breitet sich besonders dicht um den Hammergriff und gegen den Sehnenring aus. Das am letzteren Orte gelegene Netz ist als eine Fortsetzung der Capillaren der Paukenhöhlenschleimhaut zu betrachten. Diese treten auf das Trommelfell über, biegen schlingenförmig um oder umkreisen die Oeff-

nungen des Balkenwerkes und kehren dann zu den Gefässen der Trommelhöhlenschleimhaut zurück, oder sie dringen an den Rändern der tunnelartigen Eingänge oder auch direct in die Tiefe, um mit den Capillaren der Membr. propr. zu anastomosiren. Das um den Hammergriff gelegene ebenfalls mit dem mittleren und auch mit dem eben beschriebenen in Verbindung stehende Netz erhält sein Blut von einigen schwachen Arterien, welche von oben nach unten ungefähr in der Richtung der in der Cutis verlaufenden Arterie herabziehen.

Wie wir eben gesehen haben entleert die Schleimhaut des Trommelfelles ihr Blut auf zwei Wegen: in die Venen der Paukenhöhle und in diejenigen des äusseren Gehörganges. Die Hauptblutmenge, welche die Trommelfellarterien und die Capillarien durchfliesst, kann daher auf verschiedenen Wegen in die grösseren Venen übergehen; auf einem kürzeren in den Hammerplexus, auf einem längeren über das Trommelfell hinweg in den Randplexus. Welche der Wege das Blut während des Lebens einschlägt, wird offenbar von der Beschaffenheit der Widerstände abhängen, welche sich in den verschiedenen Bahnstrecken, beziehungsweise in den Venen einfinden. Mit Bestimmtheit wird man jedoch sagen können, dass das arterielle Blut, jedesmal dann auf dem kürzesten Wege durch die Plexus um den Hammergriff zurückkehrt, wenn keine besonderen Widerstände in den Venen bestehen, in welche sich die Gefässe jener Plexus entleeren (Prussak [37]). Von der Richtigkeit dieser letzteren Anschauung, welche Prussak durch sorgfältig ausgeführte Injektionsversuche gewann, habe ich mich gleichfalls überzeugt. Da ich hier auf die Mittel und Wege, welche mir diese Ueberzeugung brachten nicht näher eingehen kann, so werde ich mich mit der Angabe der Methode, welcher ich mich zur Demonstration des Blutkreislaufes des Trommelfelles bediene, begnügen. Zu letzterem Zwecke benütze ich curarisirte Frösche, deren Unterkiefer nach Durchschneidung der Masseteren soweit wie möglich zurückgeschlagen werden. Ich lagere das Thier zwischen feuchte Bausche auf eine Glasplatte derart, dass die äussere Fläche des zu untersuchenden Trommelfelles auf der Platte aufliegt und befestige sie dann auf dem Objekttisch des Mikroskopes. Bei der kurzen und weiten Tuba des Frosches gelingt es durch zweckmässige Drehung des Kopfes ganz gut die Circulation der verschiedenen Trommelfellabtheilungen zu studiren.

Was nun die Lymphgefässe betrifft, so lässt sich zunächst im Allgemeinen sagen, dass sie analog den Blutgefässen in drei Lagen angeordnet sind; die erste gehört dem Cutisüberzuge, die zweite der Membrana propr. und die dritte der Schleimhaut an. In der Cutis bilden dieselben feinste unmittelbar unter dem Rete Malpighii gelegene Netze, welche die Blutcapillaren an vielen Stellen überbrückend begleiten. Allmählich gehen sie in weitere Capillaren über, die sich oftmals mit den Blutcapillaren kreuzen und sich schliesslich zu selbständigen grösseren Stämmchen sammeln, die entweder nach hinten und oben, oder gleich den Blutgefässen an verschiedenen Stellen nach der Peripherie und nach dem Gehörgange zu ziehen. In der Schleimhaut finden sich ebenfalls jedoch nur spärlich und gegen den Sehnenring zu gelegene subepitheliale Netze, durch ihre mannigfache Anschwellungen von den gleichweiten Blutcapillaren ausgezeichnet. Sie ziehen durch die in dem Fasergerüste beschriebenen Lücken in das Höhlensystem ein, um daselbst mächtige, kugelige und sackartige Erweiterungen darzustellen (s. umstehende Fig. 282).

Diese letzteren gehen wieder in enge mit klappenartig wirkenden Einschnürungen versehene Capillaren über, die entweder mit den erwähnten tiefer liegenden trichterförmigen Stämmen in Verbindung stehen oder auf direktem Wege die Membr. propr. durchsetzen, so dass dadurch sämmtliche 3 Lagen der Lymphgefässe des Trommelfelles untereinander und mit den in der Cutis des äusseren Gehörganges vorkommenden in Verbindung stehen. Weiter wäre hier nun noch die Thatsache zu verzeichnen, dass nach Abpinselung des Schleimhautepithels sowohl auf den Membranen und Balken, die unmittelbar unter ihm liegen, als auch auf den zwischen ihnen liegenden Vertiefungen, den tunnelartigen Eingängen, nach der Silberbehandlung, ein Saftcanalsystem zum Vorschein kommt, wie es von Recklinghausen (siehe dieses Handbuch pag. 220) zuerst am Zwerchfell des Kaninchens beschrieben hat. Dasselbe verbreitet sich über das ganze Trommelfell vorzugsweise aber an solchen Stellen, an welchen das kleinzellige Epithel der Schleimhaut liegt, also längs des Hammergriffes und gegen den Sehnenring hin; hier nehmen die häufig mit einander in Verbindung stehenden lichten Stellen auf Kosten der braungefärbten Masse an Zahl und Ausdehnung zu.

Fig. 282.



Lymphgefässe mit ihren sackartigen Erweiterungen dicht unter dem Fasergerüste der Schleimhaut gelegen. Silberpräparat.

An dem Trommelfelle des Hundes oder der Katze fand ich ebenso wie bei dem Menschen, da wo die lichten Räume auftreten, stark geschlängelte stellenweise etwas verdickte feine Linien, welche unter fortwährender dichotomischer Theilung immer feiner werdend, sich nach den verschiedensten Richtungen hin, also auch in die braune Masse erstrecken (s. Fig. 283). Aehnliche Zeichnungen der Saftcanäle wurden von Köster (Ueber d. feinere Structur d. menschl. Nabelschnur. Dissert. inaug. Würzburg 1868) an der Nabelschnur beschrieben und von ihm als Stütze seiner Behauptung benützt, dass auch die Saftcanäle aus Epithelzellen aufgebauet seien. Stellenweise sieht man die lichten Räume in Begleitung der Gefässconturen, sie verlaufen dann auf einer oder auf beiden Seiten neben Gefässen einher, und communiciren mit den Spitzen naheliegender Saftcanäle. In welcher Beziehung das Saftcanalsystem zu dem Schleimhautepithel, resp. den eben beschriebenen Oeffnungen zwischen demselben steht, konnte ich bis jetzt nicht herausfinden.

und will hier nur die physiologisch interessante Thatsache anführen, dass es mir beim Hunde gelungen ist, die Lymphgefässe des Trommelfelles von der Trommelhöhle aus nach der von RECKLINGHAUSEN zuerst und später von LUDWIG und SCHWEIGGER-SEIDEL fürs Zwergfell angewendeten Methode aufs schönste und vollständigste zu füllen. Es könnte demnach im Zusammenhang des obigen Injektionsversuches mit der geschilderten Einrichtung am Lymphgefässsystem jede Spannungsänderung des Trommelfelles eine Saugwirkung auf den Inhalt der Trommelhöhle ausüben und anderseits eventuell auch der Weiterbeförderung desselben innerhalb der Lymphgefässe Vorschub zu leisten im Stande sein.

Fig. 283.



Saftkanäle vom Trommelfell des Hundes.

Die Nerven des Trommelfelles verbreiten sich wie die Gefässe in der Cutis, Membrana propria und Schleimhaut. Die grösseren Nervenstämme begleiten die Hauptgefässstämme, theilen sich wie diese und verbinden sich wie die Capillaren, häufig untereinander. Sie ziehen mit den letzteren in ihre Verbindungsbezirke und bilden sowohl unter der Oberhaut der Cutis als unter dem Schleimhautepithel dichte Netze. Man kann hier einen Grundplexus, einen capillaren Gefässplexus und einen subepithelialen Plexus unterscheiden.

Ein Hauptnervenstamm, welcher aus markhaltigen mit SCHWANNscher Scheide versehenen Fasern besteht und an der Grenze zwischen Cutis und Membr. propr. liegt, tritt an der oberen Partie des hinteren Segmentes neben und hinter der Arterie, vom Gehörgang auf das Trommelfell und begleitet die von ihr abgehenden Zweige mit Aesten. Entsprechend der Gabelung der Arterie über dem Griffende des Hammers theilt sich der Nerv in zwei Aeste, von denen der eine die vordere und der andere die hintere und untere Partie des Trommelfells versorgt. Ausser diesem Hauptstamme treten noch mehrere kleinere Stämmchen an verschiedenen Stellen der Peripherie mit den Gefässen ein. Die gröberen Verzweigungen aller dieser Nerven, welche an der Grenze zwischen Cutis und Membr. propr. liegen, nenne ich Grundplexus des Trommelfelles. Die von den Stämmen abgehenden Zweige lösen sich in zahlreiche marklose mit Scheiden versehene Fasern auf, und bilden dann reichliche Plexus rings um die Gefässe, so wie in dem Maschenräumen zwischen den Capillaren. Fassen wir einen solchen die Gefässe begleitenden Plexus näher ins Auge, so sehen wir einzelne Nervenfasern sich den Capillarconturen dicht anschmiegen, auch wohl stellenweise wieder von denselben abheben, so dass ein schmaler heller Raum zwischen Nerv- und Gefässwand sichtbar wird. Im weiteren Verlauf kann der Nerv das Gefäss verlassen und sich dem unter dem

Rete Malpighii befindlichen Plexus zugesellen, oder auch sich direkt in feinste Fasern auflösen, welche die Capillaren umspinnen.

Lipmann (Inaug. Dissert. Berlin 1869) und Thomsa (Centralblatt Nr. 39, 1869) haben sich in ähnlicher Weise geäussert, konnten jedoch ebensowenig wie ich eine nähere Beziehung der Nervenfädchen zu den Capillarkernen beobachten.

Eine zweite Gattung von Nervenfasern zeigt indess nicht die eben beschriebene Beschaffenheit, sondern stellt einen einfachen Axencylinder dar, welcher an vielen Stellen in knotige mit deutlichen Kernen versehene Anschwellungen übergeht. Von einer solchen Anschwellung können nun zwei oder mehrere Fasern abgehen, so dass dieselbe in letzterem Falle das Aussehen einer kleinen Ganglienzelle gewinnt. Die Fasern sah ich sowohl mit den Zellen des Rete Malpighii als auch mit den dicht unter letzterem gelegenen Gefässen in nähere Beziehung treten. Man sieht nämlich an gelungenen Präparaten derartige Nervenfasern in der oben beschriebenen Weise mit ihren kernhaltigen Anschwellungen den Capillaren anliegen und sich wieder von denselben abheben (Fig. 284).

Fig. 284.



Kernhaltige Nervenfaser, welche sich bei *d* mit einer birnförmigen Anschwellung an die Capillarwand anlegt. Chlorgoldpräparat v. menschl. Trommelfell.

An anderen Stellen lassen sie sich sodann in feine Fäden verfolgen, die in ihrem weiteren Verlaufe abermals Anschwellungen von birnförmiger Gestalt zeigen. Diese letzteren erscheinen nach der Behandlung mit Chlorgold dunkler gefärbt, während die benachbarten Kerne der Capillaren gewöhnlich heller bleiben. Es hat an Goldpräparaten den Anschein, als ob die birnförmige Anschwellung in dem Winkel einer gabeligen Theilung des Nerven läge, so zwar, das eine Zinke noch in dem Bereiche der Anschwellung ihr knopfförmiges Ende fände, während die andere als ein Fädchen an der der Capillarwand zugewendeten Seite sich in einer bis jetzt unbekannten Weise an der Gefässwand verliert (Fig. *d*).

Es ist sonach bis jetzt kein Anhaltepunkt gegeben, diese Anschwellungen als die letzten Enden von Gefässnerven zu betrachten, da von denselben Fädchen abgehen, die sich auf der Gefässwand verlieren. Die angegebenen Verhältnisse lassen sich allerdings nur in seltenen Fällen mit vollster Evidenz beobachten, zumal der lange Verlauf der Nervenfasern bis zu ihrer Aufbüschelung zu feinsten Fädchen nur in glücklichen Fällen den Nachweis des Zusammenhanges derselben mit den birnförmigen Anschwellungen gelingen lässt.

Oben wurde bemerkt, dass nur ein Theil der Nervenfasern mit den Ge-

fässen in Beziehung steht, während ein anderer mit dem im Rete Malpighii liegenden Plexus in Verbindung tritt. Dieser letztere stellt ein mit bi- und multipolaren Zellen versehenes Netzwerk dar, welches unmittelbar unter der tiefsten Lage der Oberhaut gefunden wird. Von diesem Netze gehen feinste aber deutlich erkennbare Fädchen ab, die oft direkt zwischen den Zellen verlaufen, so dass man zweifeln kann, ob man es mit Zellgrenzen oder solchen Fäden zu thun hat, öfters aber unbekümmert über die Zellgrenzen sowie über die Kerne hinwegziehen, um an benachbarte oder höher gelegene Zellpartien zu treten. Ueber ihre Endigung kann ich auch hier keinen positiven Ausspruch thun.

Um zur mittleren der Membr. propria angehörenden Lage überzugehen, so sei hier erwähnt, dass zahlreiche Nervenfasern vom Grundplexus ausgehend zwischen den Trommelfasern eindringen und daselbst geschlängelt verlaufen oder unter beständiger dichotomischer Theilung sich entweder den Sehnenfasern anlegen oder durch die Spalten und Lücken derselben zu den Nerven der Schleimhaut hinüberziehen. Auch in diesen Verbreitungsbezirken finden sich kernhaltige, knotige Anschwellungen von der beschriebenen Beschaffenheit an den feineren Fasern vor.

Demnach fänden wir in der Membrana propria die erwähnten Spalten und Gefässlücken mit ihrem beschriebenen Inhalte und ferner neben diesen eine grosse Anzahl kernhaltiger Anschwellungen, die mit zwei oder mehreren Fortsätzen versehen mit den daselbst verlaufenden Nervenfasern in Verbindung stehen und über und zwischen den einzelnen Faserlagen gelegen sind. Ich führe diese Thatsachen noch einmal der Reihe nach vor, weil man bisher alle zwischen den Fasern der Membr. propr. vorgefundenen zelligen Elemente dem Bindegewebe zugerechnet hat, während doch, wie aus obiger Darstellung erhellt, nur der kleine Theil dahin gehört, und der grössere als dem Blut- und Lymphgefässsystem resp. dem Nervensystem angehörend betrachtet werden muss. —

Was nun endlich die Nerven der Schleimhaut des Trommelfelles betrifft, so muss ich zunächst hervorheben, dass sie keineswegs so spärlich vertreten sind, wie diess bisher behauptet wurde. Man findet auch hier wieder einen Gefässplexus und einen subepithelialen Plexus. Jener eher die Lymphgefässe begleitend als die Blutgefässe, bezieht seine Fasern theils aus dem Plexus tympanicus mittelst Fäden, die von den verschiedenen Punkten der Peripherie mit der Schleimhaut der Paukenhöhle auf das Trommelfell treten, theils von jenen Nerven, die in der Cutis liegen mittels Fäden, die durch die Membrana propria dringen. Er schickt seine Zweige einerseits auf die Blut- und Lymphcapillaren, andererseits zu dem subepithelialen Plexus. Dieser bildet ein feines Netzwerk dicht unter dem Epithel, letzteres selbst mit Fädchen versorgend.

B. Das mittlere Ohr.

Das mittlere Ohr umfasst 1) die Paukenhöhle, die in ihr enthaltenen Gehörknöchelchen mit ihren Muskel- und Bandapparaten. 2) Die Zellen des Warzenfortsatzes und 3) die Tuba Eustachii.

Die Paukenhöhle. Die knöchernen Wände derselben, die in ihr befindlichen Gebilde sowie die ihr zugekehrte Fläche des Trommelfelles sind von einer Schleimhaut überkleidet, die sich von der Tuba Eustachii hierher fortsetzt und zugleich durch das Antrum mastoideum zu den Zellen des Warzenfortsatzes hinübergeht. Die Schleimhaut der menschlichen Trommelhöhle ist im Allgemeinen aus einem Epithel und einem darunter liegenden Bindegewebsstratum aufgebaut.

Das Epithel zeigt mannigfache Formen. Am Boden, dann an der unteren Abtheilung der vorderen, inneren und hinteren Wand der Höhle besteht dasselbe vorwiegend aus flimmernden Cylinderzellen; am Promontorium, am Dache, an dem Trommelfelle und den Gehörknöchelchen aber aus Pflasterzellen (v. Troeltsch[45]). Der Uebergang der ersteren zu den letzteren ist ein allmählicher, indem die cilientragenden Cylinderzellen niederer werden, weiterhin in wimpernde Pflasterzellen und endlich in wimperlose Platten übergehen. Trennt man das Cylinderepithel von seiner Unterlage und versucht die Zellen zu isoliren, so findet man ausser Becherzellen von der Form, wie sie in der Darmschleimhaut vorkommt, flimmernde Cylinderzellen mit und ohne Kern, von denen die kernlosen einen äusserst schmalen oft stäbchenförmigen Leib und ein schmales, häufig verklebtes Cilienbüschel besitzen. Beide Formen gehen nach unten in homogene, stark glänzende Fäden über. Zuweilen sind sie an ihrem unteren Ende gegabelt und alsdann in Verbindung mit zweien solcher Fäden. An einem Zupfpräparate ist es mir gelungen eine Zelle mit zwei Fortsätzen zu isoliren, von welchen der eine noch in Verbindung mit einem Faden stand, der die dreifache Länge der Zelle besass und sich ausserdem noch eine Strecke weit in das Bindegewebe hinein verfolgen liess. Bei Bewegungen des Deckgläschens flottirte die Zelle mit dem Faden frei in der Zusatzflüssigkeit, so dass kein Zweifel an dem beschriebenen Zusammenhang aufkommen konnte. Auch Rüdinger beschreibt an der Schleimhaut der Tuba des Ohres Fäden, die einerseits mit den Epithelialzellen und anderseits mit dem Gewebe der Submucosa in Verbindung stehen.

Ausser den erwähnten Formen von Cylinderzellen kommt noch eine weitere, und zwar, spindelförmige vor, welche dadurch gekennzeichnet ist, dass von dem kernhaltigen Zellenleib feiner werdende Fortsätze nach zwei Richtungen, nach oben und nach unten streben. Der obere Fortsatz erstreckt sich bis zum Epithelialsaum, während der untere in einen hellglänzenden Faden übergeht, der sich in dem unterliegenden Gewebe verliert und nicht selten unweit seines Abganges von der Zelle mit einer knotigen Anschwellung versehen ist.

Bei Betrachtung des Plattenepithels wäre hier nur zu bemerken dass dasselbe überall wo es auftritt, dieselben Formeigenthümlichkeiten erkennen

lässt, wie sie bereits an dem Epithel der Schleimhaut des Trommelfelles beschrieben wurden. Entfernt man es und behandelt die Schleimhaut nach der Silbermethode, so lassen sich Saftcanäle darstellen; entfernt man aber das Epithel nicht und übergiesst die intacte Schleimhaut mit einer Chlorgold- oder Ueberosmiumsäurelösung, so treten (besonders deutlich bei dem Hunde und der Katze) dicht unter dem Epithel dunkelrothe oder schwarze sternförmige unter einander communicirende Figuren auf, die stellenweise in breite, ebenfalls dunkelgefärbte und in den tieferen Gewebslagen sich verlierende Streifen übergehen. Die Frage ob die letzteren Configurationen als identisch mit den durch die Silbermethode hervorgebrachten anzusehen sind, und ob sie gleich jenen in nähere Beziehung mit den Lymphgefässen gebracht werden dürfen, bleibt eine offene, da ich den strikten Beweis für die Identität nicht zu erbringen vermag.

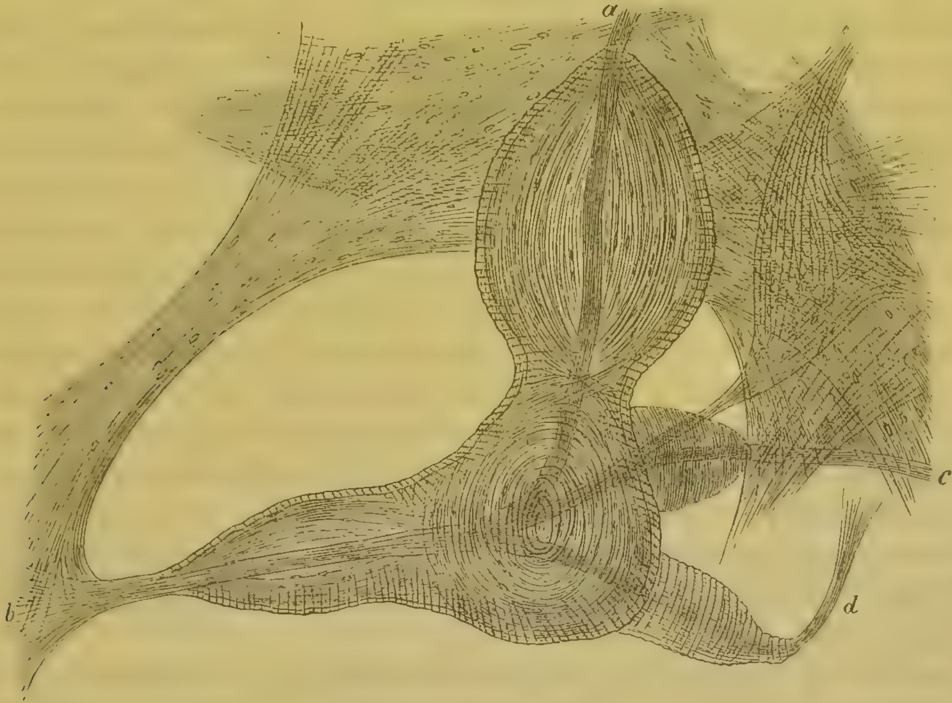
An dem unterliegenden Bindegewebsstratum kann man zwei Schichten unterscheiden, eine obere, unter dem Epithel gelegene und eine untere, welche das Periost vertritt und zugleich Fasern an die Scheiden der in den Knochenrinnen verlaufenden Nerven sowie in die Tunica adventitia der Knochengefässe abgiebt. Das obere Lager stellt ein Fasergerüste dar, das als Fortsetzung desjenigen, welches ich am Trommelfelle genauer beschrieben habe, zu betrachten ist, und sich zum Periost so verhält, wie sich dort jenes zur Membrana propria verhielt. Es besteht auch hier aus feinsten Fibrillen, die sich zu Balkengerüsten und durchlöcherten Membranen zusammensetzen und mit dem Perioste grössere, von Nerven- Blut- und Lymphgefässe ausgefüllte Hohlräume einschliessen. An verschiedenen Stellen der Paukenhöhle hebt sich dieses Fasergerüst von der Periostlage ab, um vor einem Knochenvorsprunge durch den freien Raum der Höhle zu einem anderen hinüberzuziehen. Diese Ueberbrückungen dienen zu gleicher Zeit als Stützen für zahlreiche von einem zum anderen Punkte hinübergehende Capillaren und sind allseitig von einem Epithel umgeben, welches an den Anheftungsstellen continuirlich in das der Schleimhaut übergeht. Dahin gehört das Ligamemtum mallei superius, Lig. mallei externum et posterius und die hintere Trommelfelltasche. Das Lig. mallei anterius besteht aus dicken Fibrillenbündel, wie sie das Sehnengewebe zeigt, und bildet mit dem Lig. mallei posterius den sogenannten Axenstrang, welcher zugleich die Drehaxe des Hammers darstellt (Helmholtz[1]). Weiter gehören hierher Balken, welche zwischen den zahlreichen am Boden der Paukenhöhle vorkommenden Knochenvorsprüngen ausgespannt sind. Besondere Erwähnung verdient ein Balkengerüste, welches ich sehr häufig in der Umgebung des Steigbügels vorgefunden habe. Daselbst geht von der Eminentia pyramidalis eine Knochenleiste zum Halbcanal des Trommelfellspanners hinüber — sie prominirt zuweilen stark in den freien Raum der Paukenhöhle — und bildet mit der hinteren oberen Randpartie eine mehr oder weniger tiefe Nische. Vom freien Rande dieser Leiste sehe ich häufig mehrere, oft unter einander verbundene Balken, welche sich über den freien Raum der Nische wegspannen

und entweder an der Basis oder an dem hinteren Schenkel des Steigbügels inseriren. An diesem Balkenwerk sowohl als an dem am Boden vorkommenden, wie auch an dem vom Tegmen tympani als Lig. mallei superius zum Hammerkopf gehenden, kommen eigenthümliche Körper vor, die in äusserer Gestaltung und Grösse sehr von einander abweichen, im Ganzen aber einen und denselben histologischen Bau zeigen. An den einfachen Formen derselben kann man nämlich einerseits ein central verlaufendes Axenband, andererseits concentrisch um dasselbe angeordnete Kapseln erkennen. Das Axenband stellt einen glatten oder runden Strang dar, welcher nach kürzerem oder längerem freien Verlaufe an dem einen Pole des citronenförmigen Körpers ein — und an dem anderen wieder austritt, um sich alsbald fächerförmig in die beschriebenen durchlöcherten Membranen der Schleimhaut ausbreitet. Ohne Zusatz färbender Substanzen zeigt derselbe eine feinst fibrilläre Struktur und eine trübe feinkörnige Masse zwischen den Fibrillen; behandelt man ihn aber mit Silber- oder Chlorgoldlösungen, so färbt er sich stärker als das Gewebe der Kapseln. Die das Axenband umgebenden concentrisch angeordneten Kapseln haben gleichfalls eine fibrilläre Struktur. Zwischen den einzelnen Kapsellagen finden sich Spalten vor, die entweder homogen erscheinen oder mit spindelförmigen Elementen gefüllt sind. Häufig sind die Spaltränder mit einer feinkörnigen trüben Masse belegt. Die äusserste der Kapsellagen zeigt oft einen regelmässig welligen Verlauf und ein zartes Plattenepithel an der Aussenfläche. An dem einen Pole des Körpers bildet diese Kapsel einen kreisrunden glänzenden Ring, der in eine trichterförmige Vertiefung führt, in welche das Axenband eintritt; am anderen Pole geht die Kapsel auf das Axenband über. Der eben gegebenen Schilderung entsprechen die einfachen Typen, die von der Struktur des Axenbandes abgesehen, das Aussehen eines Vater'schen Körperchens wiederholen. Neben ihnen kommen noch andere Formen vor; es kann ein solches Gebilde so eingeschnürt sein, dass es die Figur einer 8 darstellt, und gerade oder winklig gebogen sein. In beiden Fällen gewinnt es den Anschein als wären zwei der beschriebenen Körper derart mit einander verbunden, dass an der Vereinigungsstelle die correspondirenden Kapsellagen in einander übergehen. Ferner sieht man zuweilen ein Axenband nach seinem Austritt sich in mehrere Stämmchen theilen, welche wieder die beschriebenen aber kleinere Körper tragen. Figur 285 versinnlicht einen derart gestalten Körper, den ich zwischen der Basis des Steigbügels und der von der Eminentia pyramidalis ausgehenden Leiste ausgespannt fand. Diese Organe kommen wie wir später sehen werden auch an der Schleimhaut der Warzenzellen vor, erreichen aber dort niemals eine so bedeutende Grösse wie in der Paukenhöhle. Die Körper können rundlich oder gestreckt, auch spindelförmig sein und kommen übrigens in allen Grössen vor, von mikroskopischer Kleinheit 0,08 bis zu 0,5 Mm. Länge.

Wenn ich nun auch nicht im Stande bin die histologische Bedeutung dieser Körper zu bestimmen, so scheint doch in physiologischer Beziehung

ihr Vorkommen an den Balken und die enge Verknüpfung der letzteren unter einander sowohl als mit dem mechanischen Schallleitungsapparate des Mittelohres auf eine gewisse Betheiligung derselben beim Hörvorgange hinzuweisen, deren genauere Ermittelung in das Gebiet der experimentellen Physiologie zu verweisen ist.

Fig. 285.



a. Eintritt des Axenstranges. *b.* Uebergang in eine Membran. Bei *c* u. *d* Abzweigungen des winklig gebogenen Axenstranges mit kleineren Körpern.

Diese Körper wurden zuerst von v. TROELTSCH (Virch. Arch. Bd. XVII pag. 60 1859) an der Paukenhöhlenschleimhaut einer taubgewordenen alten Frau gefunden und als pathologische Bildungen beschrieben; ihre Bedeutung als physiologische Gebilde erhielten sie erst durch die Untersuchungen von mir 19 u. 21 und POLITZER 34 u. 35.

Die Paukenhöhlenschleimhaut wird bekanntlich von mehreren Seiten und von verschiedenen Blutquellen aus ernährt. Die Hauptarterie verläuft stark geschlängelt am Boden und an dem Promontorium. Die von ihr abgehenden Aeste bilden oft in ihrem Verlaufe kreisförmige und elliptische Schlingen und gehen dann in ein unter dem Epithel gelegenes Capillarnetz über, das sein Blut durch ein dicht unter ihm gelegenes, an Caliber rasch zunehmendes capillares Maschenwerk in beträchtlich grosse Venen des Periostes entleert. Nicht alle Arterienäste zeigen dieses Verhalten, indem manche ungetheilt und gestreckt verlaufen und sich dann rasch in Capillaren auflösen, die oft in grosser Zahl, in gleicher Richtung und gleich weiten Abständen von einander

zwischen den Fasern der durchlöcherten Membranen einherziehen und ihr Blut in grössere am Boden des beschriebenen Höhlensystems gelegene Venen ergiessen.

Die Lymphgefässe der Paukenhöhlenschleimhaut zeigen im Ganzen dasselbe Verhalten wie am Trommelfelle, sie bilden beim Menschen stellenweise ein Röhrensystem, das mit kugeliger Erweiterungen oder starken seitlichen Ausbuchtungen vorzugsweise im Perioste verläuft oder unter sackartigen Erweiterungen sich in dem Höhlensystem ausbreitet. Das Röhrensystem ist jedoch nicht überall vorhanden, sondern geht stellenweise, wie an den oberen knöchernen Wandpartieen und dem Dache der Trommelhöhle, in trichterförmige oder kugelige Räume über, welche wieder mit einem feinen Netzwerke durchzogen sind und unter einander communiciren, ein Verhalten, das an der Paukenhöhlenschleimhaut des Hundes wiederkehrt und dort näher auseinandergesetzt werden soll. Häufig fand ich diese Räume mit weissen Blutkörperchen vollgepfropft, sie machen alsdann den Eindruck von Follikeln. Auf diese Erscheinung lässt sich auch sehr wahrscheinlich eine Angabe von Nasiloff zurückführen, welche sich auf eine Lymphdrüse bezieht, die er in der Paukenhöhlenschleimhaut, da wo sie von der oberen Wand der Höhle auf das Trommelfell übergeht, gefunden haben wollte. Was nun aber die etwaigen Beziehungen der Lymphgefässe zu dem Schleimhautepithel betrifft, so bin ich über die weiter vorne ausgesprochenen Vermuthungen über die unter dem Epithel nach der Silber- und Chlorgoldbehandlung auftretenden Figuren nicht hinausgekommen.

Die Nerven, welche sich in der Schleimhaut der Paukenhöhle und des Trommelfelles ausbreiten und sich auch in diejenige der Tuba der Zellen des Warzenfortsatzes verfolgen lassen, stammen aus dem Plexus tympanicus, einer Anastomose zwischen Ganglion oticum, Gangl. petrosum nervi glossopharyngei und dem Plexus caroticus resp. dem Gangl. cervicale superius nervi sympathici (Bishoff[3]).

Die Hauptnervenstämme des Plexus tympanicus bestehen aus markhaltigen Fasern, welche in dem Perioste der unteren und inneren Paukenhöhlenwand verlaufen, kleinere Aeste nach dem oberen, unter dem Epithel gelegenen Bindegewebsstratum abgeben, und hier durch häufige Anastomosen unter einander breite unregelmässige Maschen bilden. Aus den letzteren gehen marklose Fasern hervor, die feine, dicht unter dem Epithel gelegene Netze bilden. Den Hauptstämmen, sowie den davon abgehenden Aesten sind sowohl in ihrem Verlaufe, als an den Theilungsstellen in Kapseln eingeschlossene Ganglienzellen von wechselndem Durchmesser einzeln oder in Haufen und Gruppen an- oder eingelagert. Hiernach kann ich die Angaben von Pappenheim[32]) Kölliker[22]) und Krause[23]) über die ausgedehnte Verbreitung der Ganglien nur bestätigen, gegenüber der Mittheilung von E. Bischoff[3]), welcher ihr Vorkommen nur auf ein Aestchen, das vom Nervus tympanicus zur Fenestra ovalis geht, beschränkt wissen wollte. Hier muss ich hinzufügen, dass ich beim

Hunde und der Katze einzelne mit Scheiden versehene Ganglienzellen, dicht unter dem Schleimhautepithel, da wo die feinen Nervennetze liegen, vorgefunden habe.

Bei dem Hunde und der Katze zeigt die Schleimhaut einen analogen Bau wie bei dem Menschen. Das Schleimhautepithel weist dieselben Formen wie beim Menschen und ein unter demselben gelegenes Fasergerüst auf, das sich zum Periost verhält, wie weiter vorne näher auseinandergesetzt wurde. Die Hauptnervenstämme zeigen stellenweise tiefe, rinnenförmige Einschnürungen, welche durch glänzende Bänder bedingt werden und dann an einzelnen Stellen spindelförmige Anschwellungen. Den Stämmen selbst sind Ganglienzellen oft in grosser Anzahl an- und eingelagert. Solche ganglienführende Stämme fand ich dicht unter dem Epithel resp. von demselben, und zwar, einem cylindrischen besetzt, das die eben angegebenen Formen zeigte. Diese Cylinderzellen gingen an dem gegen den Nerven gekehrten Theil in schmale Fortsätze über, welche man bis zur Nervenscheide verfolgen konnte; über ihren endlichen Verbleib kann ich jedoch nichts Näheres berichten.

Die Nerven selbst zeigen noch in einer andern Hinsicht ein bemerkenswerthes Verhalten. Es ist mir nämlich gelungen durch Injection die Anwesenheit capillarer Blutgefässe zu constatiren, welche sowohl in der Nervenscheide als zwischen den Nervenfasern selbst ein engmaschiges korbartiges Geflecht bilden, welches Blutgefässsystem sich auch durch die Chlorgoldmethode sichtbar machen lässt. Behandelt man Injektionspräparate nach vorhergehender Erhärtung in Alkohol mit Chlorgold, so wird unter günstigen Umständen ein zweites Röhrensystem sichtbar, welches von der Injektionsmasse nicht erfüllt ist. Dasselbe pflegt die Nervenscheide zu begleiten oder auch selbst in derselben zu liegen und unterscheidet sich von dem Blutgefässsystem durch stellenweise kugelige und spindelförmige für das Lymphgefässsystem charakteristische Erweiterungen. Es ist mir gelungen Aeste dieses Systems durch die Nervenscheide hindurch bis zu den Nervenfasern zu verfolgen; ihre Verbreitung im Nerven selbst hat sich bis jetzt meiner Beobachtung entzogen.

v. Troeltsch's [14]) Angaben über das Verkommen von Schleimdrüsen in der Paukenhöhle des Menschen sind bisher vereinzelt geblieben, das Vorhandensein derselben bei Hunden und Katzen kann ich jedoch sicherstellen, und zwar sind es einschläuchige Drüsen mit Cylinderepithel ausgekleidet.

Das weitere Verhalten der Nerven und der Lymphgefässe in der Paukenhöhle stimmt mit dem beim Menschen genau überein, ich möchte daher nur noch einiges über die Schleimhaut der Bulla ossea anmerken. Hier ändert dieselbe ihren Charakter; die markhaltigen Nervenfasern werden seltener und Ganglienzellen von der Gestalt und dem Aussehen, wie sie in der eigentlichen Paukenhöhle vorkommen, finden sich nur einzeln zerstreut, mit Scheiden umgeben dicht unter dem Epithel. Streicht man das Epithel von dem darunter liegenden sehr dünnen Bindegewebsstratum ab, so trifft man auf ein adenoides

Netzwerk, welches sich stellenweise stark verdichtet und dann nur grössere in Gruppen stehende Oeffnungen zwischen sich lässt. Die Oeffnungen führen in

Fig. 286.



Schleimhaut aus der Bulla ossea des Hundes. In dem Gewebe sind Räume sichtbar, welche bei *a* u. *b* in Lymphröhren übergehen. *c*. Mit Leimmasse gefüllte Blutgefässe. Chlorgoldpräparat.

trichterförmige oder kugelige Räume, die wieder durch Lücken im Gewebe unter einander communiciren und endlich in Röhren von verschiedener Weite übergehen. Diese Räume sind ihrerseits wieder von einem feinen Netzwerk durchsetzt und von einem sehr zarten Epithel ausgekleidet. Sie sind weiter leer oder gefüllt mit Lymphkörperchen. Fast constant finden sich darin auch kleinere und grössere Fetttropfen, welche stellenweise confluiren. Durch Zusatz von Ueberosmiumsäurelösung färben sich letztere schwarz und zeigen alsdann den Verlauf der Röhren und die Lage der Räume scharf vor. Fettkugeln habe ich indess auch in den Venen gesehen. Injicirt man von der Aorta aus, so dringt selbst bei der gelungesten Füllung der Blutgefässe, die angewendete Masse nicht in diese Räume und Röhren. Dieser Umstand sowie ihre Form und wohl auch ihr Inhalt berechtigen jedenfalls dieselbe als dem Lymphgefässsystem angehörig zu betrachten.

In der Literatur suchte ich vergebens nach Angaben über das Verhalten der Lymphgefässe der Paukenhöhle; Prussak,[37]) welcher nähere Untersuchungen ihrer Weichtheile beim Hunde vornahm, leugnete ihre Existenz daselbst ganz ab. Durch die Art der Zusammenfassung reichlich vorhandener grösserer Venen aus capilaren Netzen, durch den direkten Uebergang kleinerer Arterien in Venen und durch den Abfluss der grossen Venen an verschiedenen Orten zugleich soll der Blutstrom mit geringem Drucke und grosser Geschwindigkeit durch das Gefässsystem hindurchgehen und in keinem Falle Exsudationen begünstigen, welche doch bei der geringen Festigkeit der Weichtheile, welche die Blutgefässe von der Trommelhöhle scheiden und bei dem Fehlen der Lymphgefässe zu erwarten wären. Obwohl sich an dem Blutgefässsystem der Schleimhaut des Hundes die von Prussak geschilderten Ein-

richtungen erkennen lassen, so ist doch auch hier in der Existenz der Lymphgefässe der Hauptgrund für den Nichteintritt der eben erwähnten Eventualitäten zu suchen; ja man kann sich leicht überzeugen, dass die resorbirenden Oberflächen der Lymphgefässe über die Flächen der Blutgefässe überwiegen. Bei der Lagerung der Lymphgefässe in dem beschriebenen Höhlensystem, dicht unter den dünnen elastischen also leicht comprimirbaren Membranen, dürften ausser den bei der Bewegung der Lymphe allgemein gültigen Factoren, in vorliegendem Falle die häufigen in der Trommelhöhle stattfindenden Druckschwankungen in Betracht gezogen werden, da sie bei dem gegebenen Mechanismus am Lymphgefässsystem selbst sehr geeignet erscheinen, bald eine Saugwirkung auf den Paukenhöhleninhalt, bald eine Weiterbeförderung desselben innerhalb des Systems auszuüben. Die Angaben von VOLTOLINI[46], dass sich in der Paukenhöhle des Menschen stets ein geringes Quantum einer hellen Flüssigkeit vorfinde, kann ich mit Hinweis auf ihr Vorkommen in den Warzenzellen nur bestätigen.

Besonders hervorzuheben wären nun noch eigenthümliche Zellkörper, welche vorzugsweise in den tiefsten Lagen des Periostes der Bulla ossea neben und zwischen den daselbst verlaufenden Blut- und Lymphgefässen liegen, sich aber auch durch das höher gelegene Bindegewebsstratum bis zum Epithel hin ausbreiten. An den Körpern selbst kann man einen scheibenförmigen oder mehr kugeligen oder in die Länge gestreckten ovalen Zellenleib und mehrere Fortsätze unterscheiden. Der Zellleib zeigt gewöhnlich einen grossblasigen Kern mit einem deutlichen Kernkörperchen oder unter Umständen viele solcher Kerne, welche wiederum mehrere deutliche Kernkörperchen besitzen können. Unter den Fortsätzen kann man gewöhnlich einen mächtigeren von 2—5 und mehr kleineren unterscheiden. Der erstere verläuft gewöhnlich eine kleinere oder grössere Strecke, um sich dann mit einem zweiten solchen Körper zu verbinden, auch geben derartige Fortsätze Anastomosen zu anderen ab, wodurch Geflechte entstehen. Die kleineren Fortsätze verästeln sich baumförmig und gehen schliesslich in feinste Spitzen über, welche unter günstigen Umständen in Verbinduug mit kernhaltigen Zellen gesehen werden können. Zellleib wie Fortsätze erscheinen feinst gestreift und von einer feinkörnigen Masse belegt, und zwar, ersterer mehr als letztere. Während die mit einem einzigen Kerne versehene Zellen durch ihre Gestalt an die Ganglienzellen des Rückenmarkes erinnern, so bieten die kernreichen grosse Aehnlichkeit mit den Myeloplaxen. Wenn schon die letzteren die Thatsache der Kernvermehrung höchst wahrscheinlich machen, so wird sie durch solche Bilder zur Gewissheit, wo scheibenförmige Zellleiber durch Kernvermehrung zu kugeligen umgestaltet erscheinen.

Ehe wir nun die Paukenhöhle verlassen, wäre noch mit kurzen Worten der Gehörknöchelchen, ihrer Verbindung unter einander und der an ihnen angreifenden Muskelapparate zu gedenken. Die Gehörknöchelchen sind mit Schleimhaut und einem bei Erwachsenen sehr dünnen Periost überzogen. Sie haben eine äussere compacte und innere spongiöse Substanz. Die letztere ist von zahlreichen Gefässen durchzogen, welche durch die erstere hindurch mit dem Periost resp. Schleimhautgefässen in Verbindung stehen. Am Kopf

und Hals des Hammers sowie am Körper des Amboses nimmt die spongiöse Masse auf Kosten der Rinde zu, während in dem langen und kurzen Fortsatz des Amboses, sowie am Hammergriff das umgekehrte Verhalten stattfindet. Die Gelenke der Gehörknöchelchen stimmen mit anderen wahren Gelenken überein; sie haben Kapseln und eine hyaline Knorpellage an den Gelenkflächen.

Die Befestigung des Steigbügels im ovalen Fenster wird bei Betrachtung der Weichtheile des Vorhofes ihre nähere Berücksichtigung finden.

Die Muskeln der Gehörknöchelchen sind quergestreifte und ihre Sehnen, soweit sie das Lumen der Paukenhöhle passiren, von der Schleimhaut derselben überzogen. Der Trommelfellspanner hängt mit dem Dilatator tubae zusammen, und zwar nicht blos durch sehnige Faserzüge, wie Majer [27]) wollte, sondern auch durch Muskelfasern, wie ich dies bei einer früheren Gelegenheit bereits hervorgehoben habe. An seiner Insertion am Hammer finden sich oft in seiner Sehne Knorpelzellen eingelagert.

Zellen des Warzenfortsatzes.

Die Zellen des Warzenfortsatzes sind von einer sehr dünnen Schleimhaut ausgekleidet, welche sich von der Paukenhöhle hierher fortsetzt und im Allgemeinen denselben anatomischen Bau (wie dort) beibehält. Das Epithel besteht aus glatten Zellen von der Beschaffenheit und Anordnung, wie sie am Trommelfelle näher erörtert wurden. Unter demselben trifft man auf ein oberes und dann auf ein unteres das Periost vertretende Bindegewebslager, welches letztere zahlreiche Nerven, Blut und Lymphgefässe führt. Das obere Bindegewebslager hebt sich häufig an den freien Rändern der Zellen in Form von Membranen ab, um an nähergelegene Knochenvorsprünge hinüberzuziehen und daselbst zu inseriren, wodurch nicht selten die Hohlräume zweier aneinandergrenzender Zellen von einander abgeschlossen werden. In den grösseren Zellenräumen sind diese Membranen durch mehrere von ihnen ausgehende Balken in horizontaler Richtung in Art der Hängematten ausgespannt. An den Balken der Membranen kommen die früher gekennzeichneten Organe mit concentrischer Schichtung besonders häufig vor (ich habe deren bis 7 gezählt). Sie erreichen hier niemals die Grösse wie diejenigen in der Paukenhöhle, sind aber dafür an interessanten Formen viel reicher. Sie wachsen von der kleineren Spindelform zu den grösser werdenden Kugel-, Keulen- und Bisquitformen an. Zu wiederholten Malen habe ich Membranen mit ihren Fortsätzen und daran haftenden Körpern im Aditus ad cellulas vorgefunden und auch Fortsätze in direkter Verbindung mit dem kurzen Fortsatze des Amboses gesehen.

Literatur.

1) Arnold, Fr., Icones organ. sensuum. Turici 1839.
2) ——, Handbuch der Anat. des Menschen. Bd. II. 1851.
3) Bischoff, E., Microscopische Analyse der Kopfnerven. München 1865.
4) Bochdalek, Otologische Beiträge. Prager Vierteljahrschr. Bd. I. pag. 33—46.
5) Bochdalek junior, Beiträge zur Anatomie des Gehörorgans. Oesterr. Zeitschr. f. pract. Heilkunde. 1866. No. 32.
6) Buchanan, Phys. illust. of the organ of hearing. London 1828. (Meikels Arch. 1828.)
7) Gerlach, Microsc. Studien aus d. Gebiete der menschl. Morphologie. Erlangen 1858.
8) Gruber, Jos., Anatomisch-physiol. Studien über das Trommelfell und die Gehörknöchelchen. Wien 1867.
9) ——, Ueber den feineren Bau des Ringwulstes am Trommelfell. Monatsschr. f. Ohrenheilkunde. 1869. No. 2.
10) ——, Lehrbuch der Ohrenheilkunde. Wien 1870.
11) Helmholtz, Die Mechanik der Gehörknöchelchen und des Trommelfells. Pflügers Archiv f. gesammte Physiol. 1868. Hft. I.
12) Henle, Handbuch der system. Anat. d. Menschen. Bd. II. Gehörapparat. Braunschw. 1866.
13) Home, Ev., On the structure and uses of the membr. tymp. of the ear. Phil. transact. Vol. 90. 1800.
14) ——, On the difference of the structure between the human membr. tymp. and that of the elephant. Phil. transact. 1823.
15) Huschke, Bearbeitung des menschl. Gehörorganes in Sömmering's Anatomie. Bd. V.
16) Hyrtl, Jos., Handbuch der topogr. Anat. Wien 1853.
17) Kessel, J., Ueber einige anat. Verhältn. des Mittelohres. Archiv für Ohrheilkunde. Bd. 3. Hft. 4. 1867.
18) ——, Nerven- und Lymphgefässe des menschl. Trommelf. Centralbl. für med. Wissenschaft. No. 23 u. 24. 1868.
19) ——, Beitrag zur Anat. d. Schleimhaut der Paukenhöhle und der Zellen d. Warzenfortsatzes. Centralbl. für medic. Wissensch. No. 57. 1869.
20) ——, Beitrag zum Baue der Paukenhöhlenschleimhaut des Hundes und der Katze. Centralbl. f. mediz. Wissenschaft. No. 6. 1870.
21) ——, Ueber Form- und Lageverhältnisse eigenthümlicher an der Schleimhaut des menschl. Mittelohres vorkommender Organe. Archiv f. Ohrenheilkunde v. Tröltsch. Bd. V. Hft. IV. 1870.
22) Kölliker, Microsc. Anatomie. II. 1855.
23) Krause, Ueber d. Nerv. tymp. u. Nerv. petrosus super f. min. Zeitschr. f. ration. Medic. von Henle. Bd. XXVIII. Hft. I. 1866.
24) Leydig, Lehrbuch der Histol. des Mensch. u. d. Thiere. 1867.
25) Luschka, Anatomie des Menschen.
26) Magnus, Beiträge zur Anat. des mittleren Ohres. Virch. Archiv. XX. 1860.
27) Majer, Ludw., Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii. München 1866.
28) Meier, Ueber das Othaematom. Virch. Arch. Bd. XXXIII. 3. Folge. Bd. III.
29) Moos, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Hammergriff und Trommelf. Arch. f. Augen- u. Ohrenheilkunde von Knapp. Bd. I. 1869.
30) Nasiloff, Ueber eine Lymphdrüse in der Schleimhaut der Trommelhöhle. Centralbl. f. medic. Wissenschaft. No. 17. 1869.
31) Pareidt, De Chondromalacia. Hallis 1864. Dissert. inaug.
32) Pappenheim, Die specielle Gewebelehre des Gehörorg. Breslau 1840.
33) Popper, Die Gefässe u. Nerven des Trommelfelles. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde. No. 5 u. 6. 1869.
34) Politzer, Ueber gestielte Gebilde im Mittelohre des menschlichen Gehörorganes. Vorläufige Mittheilg. Wiener medic. Wochenschrift. 20. Nov. 1869.

35) Politzer, Ueber gestielte Gebilde im Mittelohre des menschl. Gehörorg. Arch. f. Ohrenheilkunde von Troeltsch. Bd. V. Hft. III.
36) Prussak, Zur Anatomie des menschl. Trommelf. Arch. f. Ohrenheilkunde v. Troeltsch. Bd. III. Hft. 4.
37) ——, Zur Physiologie u. Anatomie des Blutstromes in der Trommelhöhle. Berichte der Kön. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1868.
38) Rüdinger, Atlas d. menschl. Gehörorg. München 1867.
39) ——, Notizen über die Histologie der Gehörknöchelchen. Monatsschrift f. Ohrenheilkunde. No. 4. 1869.
40) Shrapnell, On the structure of the membr. tymp. London. med. Gaz. April 1832.
41) Toynbee, Jos. On the structure of the membr. tymp. in the human ear. Philosoph. transact. 1851.
42) ——, On the structure of the ear. London 1853.
43) ——, Beiträge zur Anatomie des menschl. Trommelfells. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. IX. 1858.
44) v. Troeltsch, Die Anatomie des Ohres in ihrer Anwendung auf die Praxis. Würzburg 1861.
45) ——, Lehrbuch der Ohrenheilk. 1868.
46) Voltolini, Die Zerlegung u. Untersuchung des Gehörorgans an der Leiche. Breslau 1862.
47) Wharton, Jones, Organe of hearing in Todd Cyclopaedia of Anat. et Physiol. Vol. 2. 1839.

II.

Die Ohrtrompete.

Von

Professor **Dr. Rüdinger**
in München.

Die Ohrtrompete ist bei den verschiedenen Thieren und dem Menschen nach einem eigenartigen morphologischen Plane, bei formeller Modification ihrer Einzelgebilde, aufgebaut.

So gross auch die Verwandtschaft der einzelnen Theile der Tuba bei den verschiedenen Thieren sich darstellt, treten sie doch durch ihre feinen Formdifferenzen so charakteristisch in die Erscheinung, dass aus dem Querdurchschnitt der Ohrtrompete das Thier, welchem dieselbe entnommen ist, bestimmt werden kann.

Als mechanisch wirkender Apparat mit knorpelig-muskulösen Gebilden steht die Tuba bekanntlich in inniger Beziehung zu physiologischen Zwecken der Paukenhöhle. Neben der Abführung ihres eigenen und des Secretes der gefässreichen Schleimhaut genannter Höhle, kann sie durch den in ihr vorhandenen Mechanismus eine Ventilation der letzteren vermitteln.

Ueber die Fragen, ob die Ohrtrompete auch eine einflussreiche physiologische Rolle bei der Schallleitung in der Paukenhöhle spielt und ob und welche nähere Beziehung sie zur eigenen Stimme hat, geben die vergleichend-morphologischen Studien keinen befriedigenden Aufschluss. Die Beantwortung derselben muss experimentellen Forschungen zur endgiltigen Entscheidung vorbehalten bleiben.

1. Knöcherne und knorpelige Ohrtrompete.

Die knöcherne Ohrtrompete des Menschen stellt eine länglich dreieckige Spalte dar, deren grösster Durchmesser so ziemlich senkrecht fällt. Die nach oben gerichtete Basis des Dreieckes wird abgegrenzt durch jene dünne

Knochenlamelle, welche mitunter vollständig die Tuba von dem rundlich geformten Semicanalis tensoris tympani scheidet. Ist die Knochenlamelle breit, so krümmt sie sich vorn etwas nach aufwärts, wodurch das obere Tuba-Ende einen geringeren Durchmesser erlangt und vor dem knöchernen Halbcanal zu stehen kömmt. Da das knöcherne Ende der medialen Tuba-öffnung an ihrer Vereinigungsstelle mit dem Knorpel zackig und schräg erscheint, so wird sie medianwärts und hinten in grösserer Ausdehnung von Knochensubstanz begrenzt als vorn und lateralwärts, eine Anordnung, welche, wie Henle schon erwähnt hat, für das Verständniss der Knorpelanfügung an den Knochen Beachtung verdient.

Macht man an einem mit Vorsicht entkalkten Schläfenbeine, welches in unversehrter Verbindung mit der Ohrtrompete steht, zunächst durch den medialen Abschnitt der Paukenhöhle Querdurchschnitte und wandert mit diesen Durchschneidungen nach der Tuba hinab, so dass dieselben rechtwinkelig auf die Längsaxe der Tuba fallen, reiht dann diese Stücke neben einander, so können der allmähliche Uebergang der Paukenhöhle in die knöcherne Tuba und die Beziehungen dieser zu der knorpeligen klar übersehen werden, indem jeder Durchschnitt die Controle für den nächstfolgenden bildet.

Hiebei ergiebt sich, dass der Tubaknorpel, welcher sich in die gezackten Knochenränder einsenkt, die einfache Verlängerung der Wände der knöchernen Ohrtrompete darstellt, jedoch in der Weise, dass nicht die hyaline Knorpelsubstanz es ist, welche sich mit dem Knochen vereinigt, sondern ein fibrös knorpeliges Gewebe die Verbindung herstellt. Dasselbe zieht sich in den Knorpel hinein, so dass C. F. Th. Krause hiedurch zu der Annahme verleitet wurde, das obere Ende der Tuba sei Faserknorpel. Immerhin muss man zugeben, dass die beiden Gewebsarten an der bezeichneten Stelle nicht scharf von einander abgegrenzt erscheinen, indem sich auch die Fibrocartilago basilaris theilweise in den Tubenknorpel hineinzieht.

Was die Form des Knorpels in der Nähe der knöchernen Tuba anlangt, so stellt derselbe eine rechtwinkelig gebogene Platte dar, mit einem horizontalen und einem dünner werdenden, senkrechten lateralen Abschnitt. An der medialen Seite findet sich noch kein Knorpel, weil die mediale hintere Wand der knöchernen Tuba länger ist als die laterale, und daher an dieser Stelle noch von Knochen begrenzt wird, während an der gegenüberstehenden Wand die laterale Knorpelplatte schon auftritt.

Aus den erwähnten Querdurchschnitten geht ferner hervor, dass der Uebergang der knöchernen Ohrtrompete in die knorpelige ein ganz allmählicher ist. Erst in einiger Entfernung von der knöchernen Tuba treten Knorpelzellen in dem dichten Fasergewebe auf, anfangs vereinzelt und dann in grösserer Anzahl. Der hakenförmig umgebogene Knorpel der menschlichen Ohrtrompete, welcher durch die sogenannte Fibrocartilago basilaris an die Schädelbasis befestigt wird, ist ziemlich dick und besteht aus einem gefässlosen Knorpel, der

sich seiner Structur nach, wie KÖLLIKER schon angiebt, an die hyalinen Knorpel anreiht. Die hyaline Grundsubstanz desselben, von wenigen Fasern durchzogen, schliesst inselförmige Gruppen von rundlichen und ovalen Knorpelzellen verschiedener Grösse ein. Die grösseren Zellen besitzen zwei und mehr Kerne, die kleineren nur einen. An seiner Oberfläche werden die Knorpelzellen allmählich kleiner und es tritt hier ein kernhaltiges Bindegewebslager, das Perichondrium darstellend, auf. Zwischen Perichondrium und eigentlicher

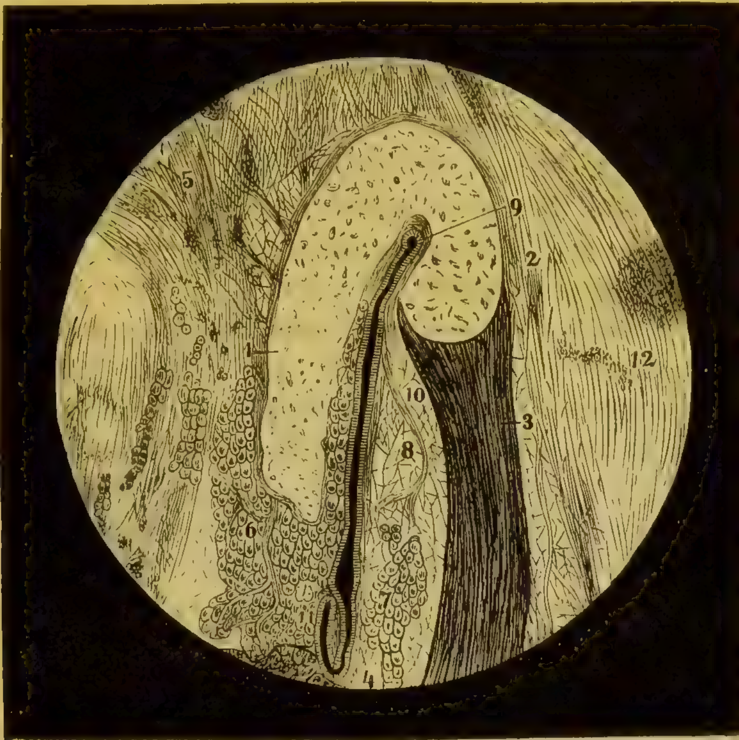


Fig. 287. Querdurchschnitt der Ohrtrompete mit ihrer Umgebung. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Lateraler Knorpelhaken. 3 Musc. dilatator tubae. 4 Musc. levator veli palatini. 5 Fibrocartilago basilaris. 6 u. 7 Acinöse Drüsen. 8 Fettlager an der lateralen Wand. 9 Sicherheitsröhre. 10 Hilfsspalte. 11 Falten der Schleimhaut. 12 Lateralwärts angrenzendes Gewebe.

Knorpelsubstanz ist durchaus keine scharfe Grenzmarke vorhanden, sondern die eine Gewebsart geht allmählich in die andere über. An einzelnen Stellen zieht sich dieses Gefässe führende Gewebe mehr oder weniger tief in die Knorpelsubstanz hinein, so dass dasselbe auf dem Querdurchschnitt inselförmige Gruppen bildet, welche beim Rinde kleine acinöse Drüschen einschliessen. An dem lateralen stumpfen Ende des Knorpelhakens tritt die Faserlage auch stärker entwickelt auf, als an anderen Stellen, was theilweise erzeugt wird durch die Anheftung der Sehne des Musc. dilatator tubae.

Bei den Quadrumanen sowohl, als auch bei den Volitantia ist der Knorpel der Ohrtrompete einem hyalinen noch viel ähnlicher als bei dem Menschen, da die faserige Substanz, besonders bei den Fledermäusen, ganz in den Hintergrund tritt und die hyaline Knorpelsubstanz mit ziemlich grossen

Knorpelzellen vorherrschend wird. Dasselbe gilt auch für die Ohrtrompete bei den Nagern, Dickhäutern und den Wiederkäuern. Bei den letzteren sind die eingestreuten Knorpelzellen klein, und der ganze Knorpel erscheint aus mehreren Abtheilungen zusammengesetzt. Auch die äussere Form des Knorpels variirt bei den verschiedenen Thieren in auffallendem Grade. Derselbe stellt nämlich bei Talpa Europaea, Arctomys Marmota, Canis vulgaris, Mustela Martes und Lutra eine einfache Knorpellamelle oder einen cylindrischen Stab dar, welcher nur an der medialen Seite der Tuba angebracht ist und bei Lutra in seiner grössten Ausdehnung Kalkablagerungen in sich einschliesst. Beim Hunde, Marder und der Fischotter besteht das den Knorpel umschliessende Gewebe aus abwechselnden Lagen von Bindegewebe mit elastischen Fasern untermischt. Auch bei Felis domestica, Felis leo, Felis tigris ist der Knorpel wesentlich auf das eine Ende der Tubaspalte in hakenförmiger Anordnung beschränkt. Die übrige Abtheilung der Tuba der genannten Thiere wird von einem verfilzten Fasergewebe umschlossen, welches an der medialen Seite kleine Knorpellamellen enthält.

An dem menschlichen Tubaknorpel beobachtete ich einige Mal eine hochgradige Fettinfiltration, wodurch derselbe ein monströses Ansehen erlangte und in allen seinen Dimensionen zwei- bis dreimal grösser war, als der normale; beide Knorpel erzeugten an der Pharynxwand stark prominirende Geschwülste.

2. Der musculöse (membranöse) Abschnitt.

Ich habe schon bei früherer Gelegenheit bemerkt, dass die Bezeichnung »membranöser Theil der Tuba« an grosser Unbestimmtheit leide. Man wird durch sie sofort auf die Schleimhaut geführt, die doch keineswegs nur einem Abschnitt der Ohrtrompete angehört, sondern derselben in ihrer ganzen Ausdehnung zukommt, und sowohl mit dem Knorpel als den Muskeln in Verbindung steht. Immerhin lässt sich, wenn der Gebrauch des Ausdruckes einmal dahin fixirt ist, dass dadurch nur der Gegensatz zu dem vom Knorpel umrahmten Theile bezeichnet sein soll, derselbe ohne wesentlichen Nachtheil beibehalten, zumal jene gegensätzlichen Abschnitte besonders bei der Ohrtrompete mancher Thiere dadurch gut bezeichnet werden. Indessen, wenn man auch im Allgemeinen nicht abgeneigt ist, es in Bezug auf Benennung ängstlich genau zu nehmen, so dürfte doch für den Menschen und viele Thiere zweckmässig sein, die bisherige Bezeichnung aufzugeben und den fraglichen Abschnitt der Tuba den »musculösen« zu nennen.

Ich weiss recht wohl, dass man es hier mit Muskeln zu thun hat, welche der Tuba nicht allein angehören, und dass man durch diese Bezeichnung nicht die morphologische Beschaffenheit des fraglichen Tubenabschnittes in allen Beziehungen ausdrückt. Es spricht aber kein absolutes Gebot dafür, dass immer diese Beschaffenheit die Grundlage der Benennung sein müsse und nach Lage der Sache scheint mir in der That nichts übrig zu bleiben, als

die Bezeichnung jenes Abschnittes von den Muskeln herzunehmen, welche in morphologisch und physiologisch so sehr inniger Beziehung zu demselben stehen.

Da ich somit die Gewebslage zwischen den Muskeln und der Schleimhaut als Submucosa auffasse, so haben wir in histologischer Beziehung an dem muskulösen Abschnitt nur wenige Punkte zu erwähnen. Will man die Beziehungen des willkürlichen Musc. dilatator tubae zu dem Knorpel vollständig übersehen, so muss man Querdurchschnitte durch die Tuba mit ihrer knöchernen entkalkten Umgebung ausführen und zwar so, dass die Schnitte mit den Muskelfasern parallel laufen. An diesen Schnitten, die etwas dick sein dürfen, erkennt man unzweideutig, dass der Musc. dilatator tubae in der ganzen Länge der Ohrtrompete das stumpfe Ende der lateralen Knorpelplatte zum alleinigen Ansatz hat (siehe Fig. 287). Seine platte Sehne, welche an der menschlichen Tuba die Submucosa begrenzt, nimmt an der äusseren Seite die quergestreiften Muskelfasern auf, und indem sie nach aufwärts steigt, fliesst sie mit dem Perichondrium des Hakenendes zusammen. Für die menschliche Tuba unterliegt es keinem Zweifel, dass der Dilatator tubae keinen directen Uebergang in die Schleimhaut zeigt. Selbst in jenen Fällen, wo es den Anschein hat, als stehe der Muskel in der Nähe des Knorpels mit der Schleimhaut in Zusammenhang, ergeben die Durchschnitte, dass ein isolirtes Knorpelstückchen durch derbes Gewebe mit der Hakenspitze in Verbindung steht.

Dass nach aufwärts ein directer Uebergang des Musc. dilatator tubae in den Tensor tympani statt hat, wie v. Tröltsch und L. Mayer angaben, kann ich nicht nur für die Sehnen beider Muskeln, sondern auch für quergestreifte Muskelfasern an Querdurchschnitten und Flächenansichten bestätigen. Was den muskulösen Theil der Tuba bei den Affen anlangt, so ist derselbe stark entwickelt, besonders gilt dies für den Musc. dilatator tubae, welcher sich nur an dem stumpfen Ende der lateralen Knorpelplatte befestigt. Ich habe auch die Knochen des Affenkopfes entkalkt und durch die Tuben und ihre Umgebung Querdurchschnitte gemacht und gefunden, dass der Musc. dilatator tubae die Grenze des lateralen Knorpels nicht überschreitet. In gleicher Beziehung steht der Muskel zu dem Knorpel bei dem Schwein, dem Pferde, Hirsch, Reh u. s. w.; eine Ausnahme von dieser Anordnung machen jene Thiere, bei denen an der lateralen Seite der Ohrtrompete kein Knorpel existirt, so bei dem Murmelthier, Hunde, Marder, der Lutra und Katze. Bei diesen Thieren steht der Dilatator tubae mit dem dichten submucösen Gewebe in directem Zusammenhang. Für das Pferd muss noch hervorgehoben werden, dass zwei willkürliche Muskeln, der sogenannte Levator und Tensor palatini in den lateralen Theil des Knorpels übergehen.[1])

Der Musc. levator veli palatini hat eine eigenthümliche topographische Beziehung zur Ohrtrompete, indem er am Boden der Tubaspalte, dicht an die Schleimhaut angrenzend, bis zur Pars petrosa emporsteigt, und

---

1) S. Rüdinger, Beiträge zur Anatomie und Histologie der Ohrtrompete.

hier sich nicht nur an den Knochen, sondern auch mit einigen Fasern an die verdickte Submucosa der Schleimhaut festheftet.

An der Ohrtrompete des Hirsches befindet sich ein besonderer quergestreifter Muskel, welcher an der medialen Seite der Ohrtrompete angebracht ist. Beim Damhirsch ist er stark entwickelt. Seine einzelnen Bündel gelangen, von Fett umgeben, zur medialen Schleimhaut und gehen mit derselben eine innige Verbindung ein, indem seine Sehne in die Faserlage der Submucosa sich direct fortsetzt. Er ist zur Fixirung der knorpelfreien Schleimhaut bestimmt, und ich habe ihn Dilatator tubae medialis genannt. [1])

3. Die Schleimhaut.

Die Schleimhaut der knöchernen Ohrtrompete, welche sich in die unebenen Knochenflächen verschieden tief einsenkt, schwankt in ihrem Durchmesser zwischen 0,080 — 0,112 Mm. An Querdurchschnitten durch die knöcherne Tuba lässt sich keine Grenze zwischen dem Periost und der Schleimhaut nachweisen. Mit der Knochensubstanz steht ein feinfaseriges, kernführendes Bindegewebe in innigem Zusammenhang, und von ihm aus gehen Fortsätze in das Innere des Knochens hinein. In geringer Entfernung von dem Knochen wird die Bindesubstanz etwas lockerer und schliesst ein grobmaschiges Gefässnetz ein, welches sich aber nicht nur in der Schleimhaut, sondern auch in der Knochensubstanz verbreitet. Dasselbe erreicht eine bedeutende Mächtigkeit in der Umgebung der vorspringenden Knochenleisten und an dem Boden der knöchernen Ohrtrompete, wo mehr oder weniger grössere Gefässstämmchen, die theilweise nach der knorpeligen Tuba sich begeben, auf dem Querschnitt getroffen werden. An einigen Stellen reiht sich der lockeren Submucosa die Basalmembran mit ihrem Flimmerepithel an. An anderen Stellen der Schleimhaut, am häufigsten unter der Knochenlamelle, welche die Ohrtrompete vom Semicanalis tensoris tympani scheidet, treten in einem feinfaserigen Reticulum Lymphkörperchen dicht gedrängt auf und wir haben hier jene Gewebslage vor uns, welche im Pharynx und im Darmcanal als conglobirte Drüsensubstanz beschrieben worden ist. Sie bildet eine Schichte, welche in ihrem Durchmesser zwischen 0,040—0,056 Mm. schwankt; an sie reiht sich erst die Basalmembran mit dem Flimmerepithel an (siehe Fig. 288). Dieses hat einen Durchmesser von 0,028 Mm.



Fig. 288. Querschnitt an der knöchernen Ohrtrompete. 1 Mehrschichtiges Flimmerepithel. 2 Conglobirte Drüsensubstanz. 3 Beinhaut. 4 Knochen. $^{184}/_{1}$.

1) S. Rüdinger, a. a. O. Fig. 42 und 43.

Noch sind die blassen, dünnwandigen Gefässe zu erwähnen, welche die Submucosa netzartig durchziehen und an Querdurchschnitten injicirter Präparate durchaus keine Injectionsmasse enthalten, wodurch man veranlasst wird, dieselben als Lymphgefässe anzusehen. Alle übrigen grösseren Lücken und Spalten, welche mit einander in der Submucosa communiciren, erscheinen an den genannten Präparaten als blutführende Gefässe. An dem Boden der knöchernen Ohrtrompete treten, wie ich bei einer anderen Gelegenheit schon beschrieben habe, zierlich geformte Falten von verschiedener Grösse auf, welche sich auf dem Querdurchschnitt als zottenförmige Vorsprünge repräsentiren.

In dem knorpeligen Abschnitt der Ohrtrompete zeigt sich die Schleimhaut und der von ihr umschlossene Binnenraum in manchen Beziehungen abweichend von der beschriebenen knöchernen, indem in derselben acinöse Schleimdrüsen und eigenthümliche Faltenbildungen auftreten, welche zu dem Tubenmechanismus in inniger Beziehung stehen.

Beim erwachsenen Menschen habe ich zwei Abtheilungen in der Tubaspalte unterschieden. Den halbcylindrischen Raum unter dem Knorpelhaken

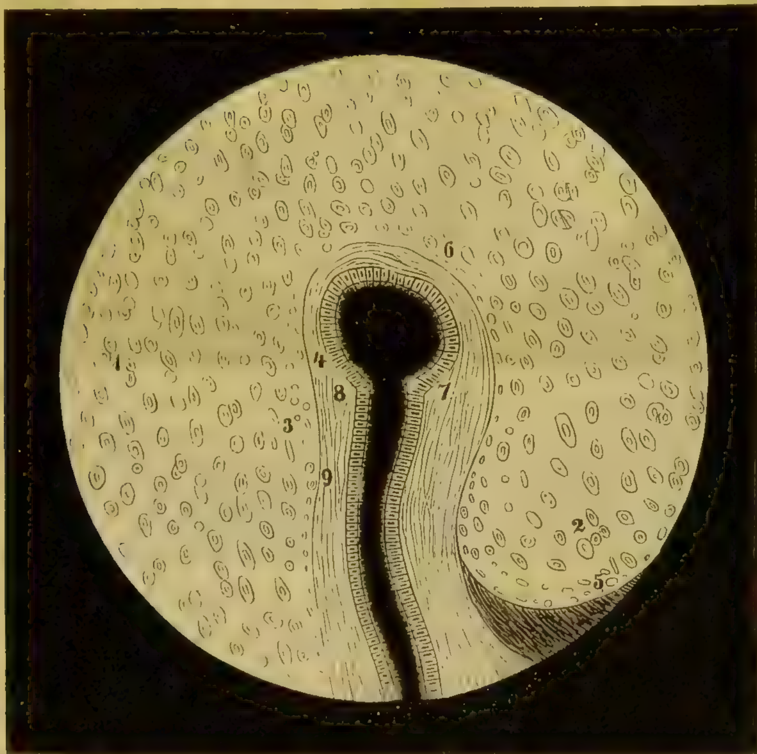


Fig. 289. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete im oberen Drittel. 1 Medialer Knorpel. 2 Lateraler Knorpelhaken. 3 Perichondrium. 4 Submucosa. 5 Ansatz des Dilatator tubae. 6 Sicherheitsröhre. 7 Lateraler Schleimhautvorsprung. 8 Medialer Schleimhautvorsprung. 9 Hilfsspalte. $^{184}/_{1}$.

habe ich »Sicherheitsröhre« und die sich daran schliessende Spalte »Hilfsspalte« genannt. Diese beiden Bezeichnungen dürften wohl am besten ihre physiologische Bedeutung ausdrücken. Beide Abtheilungen wer-

den durch die Configuration des Knorpels erzeugt und durch Schleimhautvorsprünge von einander abgegrenzt. Während nämlich an der Concavität des Hakens sich die Schleimhaut in der Hauptsache verhält wie in allen pneumatischen Canälen, d. h. fest an die Umgebung angeheftet und nur an ganz bestimmten Stellen gefaltet ist, werden an jenem Abschnitt, wo die Hilfsspalte beginnt, faltige Vorsprünge zwischen ihr und der Sicherheitsröhre erzeugt, welche in Grösse und Form individuell verschieden sind. In der Mehrzahl der



Fig. 290. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete aus dem oberen Drittel. 1, 2 Knorpel. 3 Musc. dilatator tubae. 4 Laterale Submucosa. 5 Medialer Schleimhautvorsprung mit seinen Gefässen. 6 Lateraler Schleimhautvorsprung mit seinen Gefässen. 7 Starkes Gefäss am Dach der Tuba. 8 Sicherheitsröhre mit der Schleimhaut. 9 Hilfsspalte. $^{184}/_{1}$.

Fälle ist die lateralwärts angebrachte Falte stärker als die mediale; man beobachtet jedoch auch die entgegengesetzte Anordnung; und soweit diese Faltenbildung sich vorfindet, ist die Sicherheitsröhre nicht verschlussfähig. Sie wird diess erst an jener Stelle, wo die Krümmung des Hakens enger wird und die Schleimhaut mit dem Knorpel nicht mehr so innig in Verbindung steht. Diese Stelle befindet sich etwa in der Mitte der Ohrtrompete; hier hat die Schleimhaut eine leicht wellenförmige Anordnung, wie sie in Fig. 291 dargestellt ist. Die Configuration des Knorpels giebt hier die Möglichkeit, dass die Schleimhautflächen sich ohne irgend eine Vorrichtung an einander legen können und zwar dann, wenn die beiden Knorpelplatten in Folge ihrer elastischen Eigenschaft bei Erschlaffung der Muskeln einander näher treten. Wenn sich in den mittleren Abtheilungen bei starker Vergrösserung

eine Spalte zeigt, so muss in dieser Hinsicht bemerkt werden, dass diese Spaltenbildung wohl zu unterscheiden ist von den ovalen oder halbcylindrischen Oeffnungen, welche an Durchschnitten am oberen Drittel unter dem Knorpelhaken auftreten.

Die Sicherheitsröhre findet sich sehr schön ausgesprochen bei dem Katzengeschlecht, dem Pferde, Reh, Schaf, der Ziege, dem Kalb, Rind, Kaninchen und Hasen; dagegen wird sie in der beschriebenen Form vermisst bei den Affen, dem Murmelthier, Hund, Marder, Schwein und der Fischotter.

Bei dem Schaf, Hirsch, der Ziege und dem Kalbe tritt an der Concavität des Knorpels eine zierliche Faltenbildung auf, welche ich schon in den Jahren 1867 und 1868 beschrieben habe; sie ist aber nicht auf die ganze



Fig. 291. Querschnitt der menschlichen Ohrtrompete aus dem mittleren Drittel. 1, 2 Knorpel. 3 Musc. dilatator tubae. 4 Gefaltete Schleimhaut unter dem Knorpelhaken. 5 Schwache Schleimhautfalten der Hilfsspalte. 6 Submucosa.

Länge der Tuba ausgedehnt, sondern nur auf ihren obern Abschnitt beschränkt. Die Falten reihen sich in grösserer Zahl aneinander beim Schaf, der Ziege und dem Kalbe, während sie bei dem Rinde zu einem einfachen Vorsprung sich vereinigt haben.

Der grösste Vorsprung misst bei dem Kalbe von der Basis bis zur Spitze 0,042 — 0,064 Mm. und beim Ochsen 0,080 — 0,096 Mm. Aus diesen Maassverhältnissen geht hervor, dass es sich nur um Grössendifferenz ein und desselben Gebildes bei verschiedenem Alter handelt, und es ist höchst

wahrscheinlich, dass die Faltenbildung an der Concavität des Knorpels den Zweck hat, seine Beweglichkeit zu ermöglichen. Man darf übrigens wohl annehmen, dass dieselbe während des Lebens nie jene Grösse erreicht, wie man sie nach dem Tode findet.

Längs der Hilfsspalte, wo sich die Schleimhautflächen bei Nicht-Action des Muskels berühren, treten am Pharynxabschnitt der Ohrtrompete zahlreiche regelwidrige Falten auf, welche schon von Huschke und F. Arnold für



Fig. 292. Querschnitt der knorpeligen Ohrtrompete des Ochsen. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Medialwärts gerichteter langer Fortsatz. 3 Hakenförmig umgebogener Knorpel. 4 Laterales Knorpelende. 5 Musc. dilatator tubae. 6 Sicherheitsröhre mit der Schleimhautfalte. 7 Erweiterte Stelle der Ohrtrompete am Anfang der Hilfsspalte. 8 Hilfsspalte. $^{181}/_{1}$.

den Menschen beschrieben wurden. Dieselben stehen ebenfalls zu dem Tubenmechanismus in Beziehung, indem sie sich vorwiegend an jener Stelle befinden, wo die mediale Knorpellamelle den höchsten Grad der Beweglichkeit erlangt. Sie kommen mit Modificationen bei der Mehrzahl der untersuchten Thiere vor und erreichen den höchsten Grad ihrer Ausbildung in der Tuba des Murmelthieres und der Fischotter, bei welchen nur eine einfach gekrümmte Spalte ohne Sicherheitsröhre zugegen ist.

Eine eigenthümliche Bildung zeigt die Ohrtrompete der Fledermäuse und des Pferdes, indem nämlich die Schleimhaut eine lateralwärts gestellte Aussackung, welche als offenstehender Luftsack von Muskeln und Drüsen umgeben ist, bildet (s. Fig. 294).

Dieser Sack hat bei der Fledermaus eine länglich viereckige Gestalt,

welche erzeugt wird durch die aussen mit ihm in Verbindung stehenden Drüsen und Muskeln.

Bei dem Pferde ist die weite Sicherheitsröhre durch einen stark entwickelten Schleimhautvorsprung von der Hilfsspalte geschieden. Letztere setzt sich in den Luftsack fort. Dieser erstreckt sich fast auf die ganze Länge der Tuba und die Luftsäcke beider Ohrtrompeten erreichen sich in der Mittellinie vor der Wirbelsäule und grenzen bis zur Basis des Schädels und zu den Querfortsätzen der beiden ersten Halswirbel hinauf.

Das histologische Verhalten der Schleimhaut ist folgendes: Ihre Innenfläche ist allseitig von einem mehrschichtigen Flimmerepithel besetzt, welches einen Durchmesser von 0,020 Mm. im Mittel hat. In demselben lassen sich



Fig. 293. Schleimhaut mit den angrenzenden Drüsen und Falten aus der Hilfsspalte vom Menschen. 1 Stark entwickelte Schleimhautfalten mit einer auf die Epithelschichte folgenden Faserlage, welche viele Kerne einschliesst. 2 Submucöses Faserlager. 3 Acinöse Drüsen. 4 Deren Ausführungsgänge mit einem Uebergangsepithel. 5 Flimmerepithel an der lateralen Wand.

sowohl in der knöchernen, als auch in der knorpeligen Ohrtrompete zweierlei Zellenformen unterscheiden. Die an der freien Oberfläche dicht neben einander stehenden sind, da wo sie die Flimmerhaare tragen, breit und setzen sich mit einem dünner werdenden Ende in die tiefe Zellenschicht hinein fort. Die

Zellen dieser Schicht sitzen breit auf der Basalmembran und schicken ihre verjüngten Enden zwischen die oberflächliche Lage hinein. Die Kerne der ersteren sind länglich, die der letzteren mehr rundlich geformt und zeigen sich kleiner und viel stärker imbibirt als jene. F. E. Schulze hat in dem Epithel der Ohrtrompete auch Becherzellen beschrieben, und wenn ich meine feinsten Durchschnitte bezüglich dieser Zellen prüfe, so nehme ich zwischen den Cylinderzellen in bestimmten Abständen von einander, ziemlich breite Lücken wahr, in denen Anordnungen sich vorfinden, die annähernd übereinstimmen



Fig. 294. Querdurchschnitt der Ohrtrompete vom Vespertilio murinus. 1 Mediale Knorpelplatte. 2 Dünner werdender Haken. 3 Laterales Hakenende. 4 Oval gestaltete Sicherheitsröhre. 5 Hilfsspalte. 6 Länglich viereckiger Luftsack. 7 Musc. levator veli palatini. 8 Starkes Drüsenlager. 9 Drüsenausführungsgang.

mit dem, was man als Becherzellen beschreibt und abbildet. Auf das Epithel und die Basalmembran folgt eine mit zahlreichen Kernen durchsetzte Faserlage, welche in der knöchernen und der knorpeligen Tuba eine verschiedene Beschaffenheit darbietet. Das Bindegewebslager entsprechend der knorpeligen Ohrtrompete wechselt mit der Drüsenschichte ab; ist die Drüsensubstanz stark entwickelt, wie in der Umgebung der Tubaspalte, so tritt die Faserlage zurück; und fehlen die Drüsen gänzlich, wie in der Sicherheitsröhre, so herrscht letztere vor. Ein verfilztes, dickes Bindegewebe von bedeutender Mächtigkeit erscheint oben in der knöchernen Tuba unter dem lateralen Theil des Knorpels und es sind hier die Sehnenfasern des Musc. dilatator tubae mit dieser Faserlage theilweise verwebt. An dieser Stelle ist auch an dem Boden

der Tubaspalte ein dichtes Bindegewebe vorhanden, welches theilweise durch die Sehnenfasern des Musc. levator veli palatini erzeugt wird. Man darf sagen, dass hier das obere Ende der Ohrtrompete, neben dem schon beschriebenen Knochen und dem rechtwinkelig geformten Knorpel, durch das dichte Gewebe eine starre Umrahmung erhält, auf welche die Muskeln einen sehr geringen Einfluss auszuüben vermögen. Rückt man mit den Querdurchschnitten weiter nach abwärts, so tritt eine scharfe Grenze zwischen der platten Sehne des Dilatator tubae und dem submucösen Bindegewebe auf, und noch tiefer nimmt ein Fettlager dessen Stelle ein.

Die Schleimdrüsen fehlen vollständig in der Umgebung der Sicherheitsröhre in der ganzen Länge der Ohrtrompete. An dem mittleren Abschnitt der

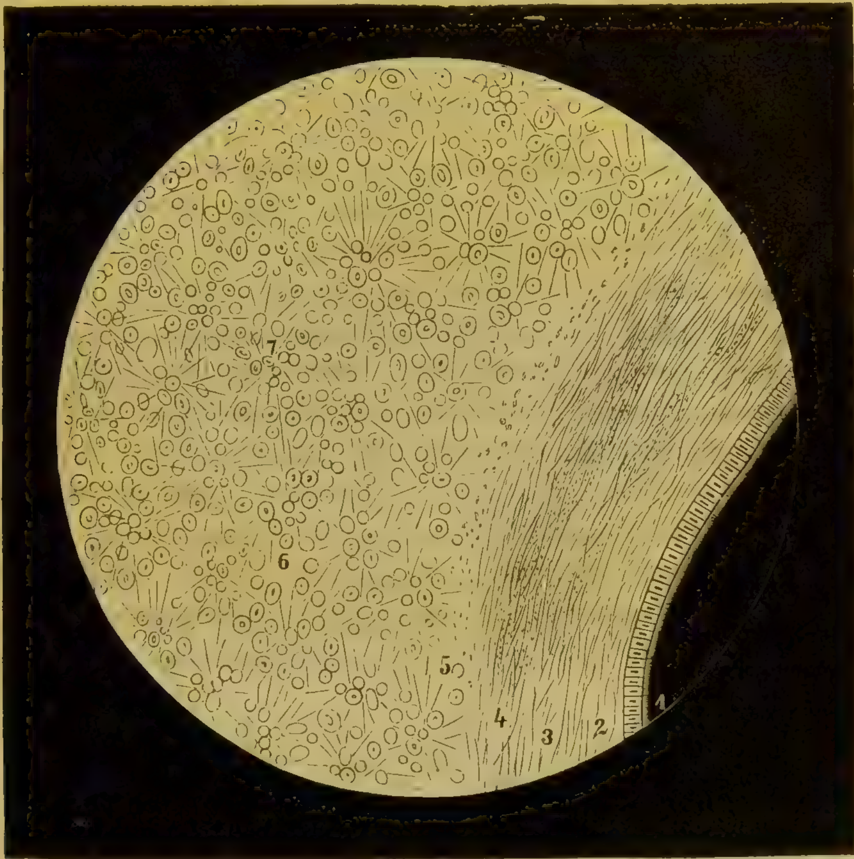


Fig. 295. Knorpel in Verbindung mit der Schleimhaut von der Sicherheitsröhre dargestellt. 1 Flimmerepithel. 2 Submucosa. 3 Dichtes Faserlager. 4 Perichondrium. 5 Knorpelzellen mit kleinen länglichen Kernen. 6 Fasergruppen mit Knorpelzellen. $^{170}/_{1}$.

Tubaspalte bilden die acinösen Drüsen eine nach abwärts dicker werdende Schichte zwischen der medialen Knorpelplatte und der hier angrenzenden Schleimhaut. Auch an der lateralen Seite treten die Drüsenbläschen zwischen dem Dilatator tubae und dem Epithel auf und reichen an einzelnen Stellen bis zur stumpfen Spitze des lateralen Knorpels hinauf. Die Schleimdrüsen weichen in ihrem Bau von denen des Pharynx und Oesophagus nicht ab; die

einzelnen Acini sammeln sich zu grösseren, deren ziemlich weite Ausführungsgänge an verschiedenen Stellen der Tuba münden. Das Epithel der Gänge stellt eine Uebergangsform zwischen dem Epithel der Schleimhaut und dem der Drüsenbläschen dar. Die einzelnen rundlich oder auch länglich geformten Acini sind von keilförmigen Epithelzellen ausgefüllt, welche nur ein kleines Lumen im Centrum übrig lassen.

Bei den verschiedenen Thierclassen zeigen die acinösen Schleimdrüsen bezüglich ihrer Grösse und Zahl sehr grosse Variation. Während sie bei den Affen, Fledermäusen, dem Murmelthier, Schaf und der Ziege mächtige Lager entweder nur auf bestimmte Stellen beschränkt, oder in der ganzen Umgebung der Tubaspalte an der centralen und medialen Seite bilden, erscheinen sie bei allen übrigen von mir untersuchten Thieren auf eine dünne Schichte in der Submucosa reducirt. Histologisch kann ich nur eine Differenz bezüglich der Grösse der Bläschen erkennen.

4. Nerven.

In den Nerven der Schleimdrüsen der menschlichen Ohrtrompete habe ich schon früher Gruppen von Ganglienzellen beschrieben. Die aus doppelt contourirten Fasern bestehenden Nervenbündel, welche aus dem Plexus tympanicus und dem Plexus pharyngeus abstammen, bilden ein gröberes Netz, welches an jenen Stellen, wo die Bündel zusammentreffen, von Ganglienzellen in verschiedener Zahl durchsetzt wird. Man erkennt Ganglienzellen von wechselnder Grösse, deren Fortsätze mit den Primitivfasern in Zusammenhang stehen. Diese Ganglien stimmen überein mit jenen, welche in den Zweigen des Plexus promontorii sich vorfinden (E. Bischoff), und da die Nerven der Ohrtrompete wesentlich von dem genannten Plexus ihre Zweige erhalten, die auch sympathische Nerven führen, so kann wohl die morphologische Beziehung zu dem Paukengeflecht (W. Krause) nicht geleugnet werden, obschon ihre mögliche functionelle Bedeutung für die Schleimdrüsen hiebei nicht ausgeschlossen bleibt.

5. Gefässe.

Die Gefässe der Ohrtrompete stammen aus zwei verschiedenen Quellen, nämlich aus den Gefässen der Paukenhöhle und denen der Pharynxwand. Die letzteren zeigen in ihrer Anordnung nichts Eigenthümliches, sondern stimmen in ihrem Verhalten mit den Capillaren des Pharynx überein.

Die ersteren dagegen verlaufen zunächst als grössere arterielle Stämmchen in der Längsrichtung der Tuba, sowohl an ihrem Boden, als auch an der Sicherheitsröhre und erscheinen an Querdurchschnitten stets auf bestimmte Stellen beschränkt. So werden in den Schleimhautvorsprüngen, welche zwischen der Sicherheitsröhre und der Hilfsspalte vorhanden sind, zwei verschieden starke Gefässe sichtbar, von denen das eine an der lateralen, das andere an der medialen Seite capillare Netze erzeugt, die mit dem Netz des

dritten in der Mitte der Sicherheitsröhre nicht anastomosiren (s. Fig. 290). Dieses dritte Gefäss bildet in der Submucosa ein in sich abgeschlossenes Capillarnetz, welches sich nur auf eine bestimmte Breite des Tubadaches erstreckt.

Literatur.

Huschke, S. Sömmering, Vom Baue des menschlichen Körpers.
Arnold, F., Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg 1847.
Krause, C. F. Th., Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1842.
Pappenheim, Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes. Breslau 1840.
Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Braunschweig 1866.
Kölliker, Handbuch der Gewebelehre
v. Tröltsch, Archiv für Ohrenheilkunde, 1864. S. 16—21.
L. Mayer, Studien über die Anatomie des Canalis Eustachii. München 1866.
E. Bischoff, Mikroskopische Analyse der Anastomosen der Kopfnerven. Gekrönte Preisschrift. München 1865.
W. Krause, Ueber den Petrosus superficialis major, Zeitschr. f. w. M., von Henle und Pfeufer.
Rüdinger, Ein Beitrag zur Anatomie und Histologie der Tuba Eustachii. München 1865.
Rüdinger, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie der Ohrtrompete. München 1870.

III.

Das häutige Labyrinth.

Von

Professor **Dr. Rüdinger**
in München.

---

1. Topographisch-histologisches.

Das häutige Labyrinth, über dessen bis jetzt angenommene physiologische Bedeutung für das Hören auf Grund experimenteller Beobachtungen Bedenken laut werden, muss zur Zeit noch als integrirender Theil des inneren Ohres, als Träger akustischer Perceptionsapparate, betrachtet werden. Sein topographisch-histologisches Verhalten zeigt sich bei den verschiedenen Thierklassen in mehrfachen Beziehungen variirend. Während bei vielen wirbellosen Thieren, so bei den Weichthieren und Krebsen, meistens an dem Nervencentrum oder an einem Aestchen desselben als Repräsentant des Labyrinthes ein bläschenförmiges Gebilde (bei den Achetiden und Locustiden der Insekten nahe an dem Kniegelenke und bei den Acrididen über dem Ursprung des letzten Fusspaares) angebracht ist, findet sich bei fast allen Wirbelthieren das häutige Labyrinth, als die eine Abtheilung des acustischen Apparates, mehr oder weniger vollständig in eine knorpelige oder knöcherne Kapsel, deren verkleinerten Ausguss es darstellt, eingeschlossen. Das lange Säckchen mit seinen Ampullen und Bogengängen, sowie das runde Säckchen stehen mit der knöchernen oder knorpeligen Kapsel in direkter Berührung, und sind nicht, wie man bisher irrigerweise annahm, allseitig von Flüssigkeit (der Perilymphe) umspült.

Diese Lagerungsverhältnisse des Labyrinthes werden schon bei Embryonen erkannt. [1]) Hier ergibt ein Querschnitt durch das Felsenbein aus ver-

---

1) Kölliker hat zuerst eine Abbildung über dieses Verhältniss des Bogenganges beim Foetus in seiner Entwicklungsgeschichte gegeben.

schiedenen Entwicklungsstadien, dass der Binnenraum des Vorhofes und der Bogengänge mit einem Gallertgewebe erfüllt ist, welches an der knorpeligen

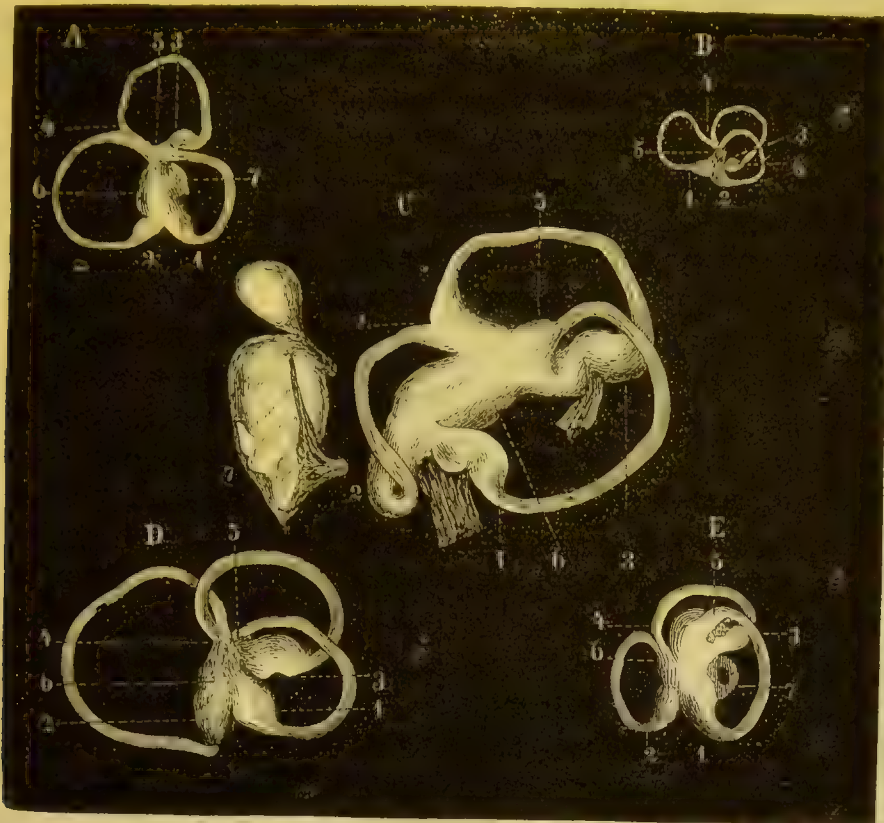


Fig. 296. Häutige Labyrinthe der Wirbelthiere. *A* Vom Menschen. *B* Vom Kalb. *C* Vom Hecht. *D* Von Vultur fulvus. *E* Von Rana esculenta. 1. Can. semicirc horizontalis. 2. C. s. superior. 3. C. s. posterior. 4. Canal. communis. 5. Ampullenartige Endmündung des Canalis s. horizontalis. 6. Utriculus. 7. Sacculus rotundus.

Wand sich zuerst verdichtet und dass mit dieser etwas dichteren Faserlage die Labyrinththeile in Zusammenhang stehen. Die sich hier entwickelnden Gefässe durchziehen das Gallertgewebe in der Art, dass die grösseren Zweige, welche auf dem Querschnitt erscheinen, entsprechend der Längsaxe eines Bogenganges, die Zweige zweiter Ordnung aber mehr in querer oder schräger Richtung verlaufen. Von den beiden grösseren Gefässen (s. Fig. 297), welche stets in einiger Entfernung von einander liegen, halte ich das engere für die Arterie und das weitere für die Vene. Wenn nun nach der regressiven Metamorphose des Gallertgewebes die Hohlräume



Fig. 297. Querschnitt des knorpeligen und häutigen Bogenganges vom Foetus. 1. Knorpeliger Bogengang. 2. Gallertgewebe, welches den Raum vollständig ausfüllt. 3. Vene. 4. Arterie. 5. Wandständige Lage des häutigen Bogenganges.

entstanden sind, so erscheinen das Periost und das Bindegewebe mit seinen Kernen, welches die den Hohlraum durchziehenden Gefässe umgibt, als seine schliesslichen Bildungsprodukte.

Bei dem erwachsenen Menschen stellt die das knöcherne Labyrinth auskleidende Beinhaut eine mässig dicke Bindegewebslage dar, welche untermischt ist mit feinen, elastischen Fasern. Sie sowohl, als auch die darin eingeschlossenen Gefässe stehen mit jenen des Knochens in Zusammenhang, so dass ihre Loslösung vom Knochen ziemlich schwierig ist. Die Innenfläche der Beinhaut erscheint in den Bogengängen uneben. Ihr Gewebe ist von ziemlich grossen Kernen durchsetzt, welche in der Nähe der freien Fläche zahlreicher und in weniger regelloser Anordnung als in der Nähe des Knochens auftreten. Sie bilden an Objekten, welche in Chromsäure oder chromsaurem Ammoniak gehärtet wurden, mitunter regelmässige Reihen, so dass dieselben in mancher Beziehung die Charaktere eines Pflasterepithels an sich zu tragen scheinen. Nach wiederholten Prüfungen an gut erhärteten Objekten glaube ich mich jedoch in neuester Zeit überzeugt zu haben, dass man es hier, wie Henle und Hasse schon mittheilten, mit keinem Epithel, sondern nur mit zahlreichen Kernen des Periostes zu thun hat. Henle findet das Periost des Labyrinthes übereinstimmend mit der Subarachnoidea und, was die Pigmentzellen anlangt, so ist die Zahl derselben sehr gering. Die von Kölliker und Henle erwähnten Kalkkörperchen in dem Periost werden bei einzelnen Individuen vermisst, während dieselben bei andern in reichlicher Menge gefunden werden.

Dass an bestimmten Stellen des Periostes nicht nur die beiden Säckchen in dem Vorhofe, sondern auch die häutigen Bogengänge innig anliegen, wird schon erkannt, wenn man das Labyrinth mit Hilfe des Meissels frei zu legen sucht. Eine klare Einsicht in die gegenseitigen histologischen Beziehungen des knöchernen und des häutigen Labyrinthes wird aber erst gewonnen, wenn man Querschnitte durch in Chromsäure entkalkte Schläfenbeine macht.

Bezüglich der Säckchen kann hervorgehoben werden, dass der Utriculus dem Knochen der medialen Vorhofswand inniger anliegt, als das runde Säckchen; dieses wird, wie schon Odenius mitgetheilt hat, durch eine ziemlich breite, lockere Bindegewebslage, welche die durchlaufenden Nervenfasern und Gefässe umgibt, von dem Recessus haemisphaericus getrennt. Die beiden Säckchen nehmen etwa zwei Drittel des Vorhofraumes ein. Der Utriculus geht weiter lateralwärts als der Sacculus rotundus, aber keiner von beiden berührt die laterale Vorhofswand mit der Fussplatte des Steigebügels, — Anordnungen, die ich schon im Jahre 1866 beschrieben habe. [1])

Die häutigen Bogengänge sind an der convexen Seite der knöchernen Gänge durch ziemlich starke Bindegewebszüge, die ich Ligamenta labyrinthi canaliculorum et sacculorum nennen will, an dem Perioste angeheftet. Da

1) Aerztliches Intelligenzblatt, Juni.

wo der häutige Kanal am Knochen anliegt, ist die Beinhaut schwach entwickelt; in den Winkeln dagegen, wo derselbe sich vom Knochen wegwendet, gehen verstärkte kerneführende Bindegewebsbündel von dem Periost zur äusseren Faserlage des häutigen Bogenganges, und diese Ligamenta labyrinthi canaliculorum stellen die wesentlichsten Fixirungsmittel der Bogengänge dar. Mitunter sind es zwei und mehr Züge, welche verschieden geformte Lücken zwischen sich einschliessen. Diese Lücken erscheinen als die Querschnitte kleiner Kanälchen, welche in den Bändern dem grossen häutigen Kanal entlang verlaufen. Sie werden selbst noch in der Nähe der Ampullen wahrgenommen, aber ich glaube nicht, dass ihnen eine besondere morphologische oder physiologische Bedeutung beizulegen ist. Auch an den Säckchen und Ampullen sind diese Bänder oder vielmehr Fixirungsmittel schwach entwickelt in jenen Winkeln vorhanden, wo die Säckchen sich vom Knochen wegwenden. Constant werden auch Gefässe in den Bändern auf dem Querschnitte getroffen.

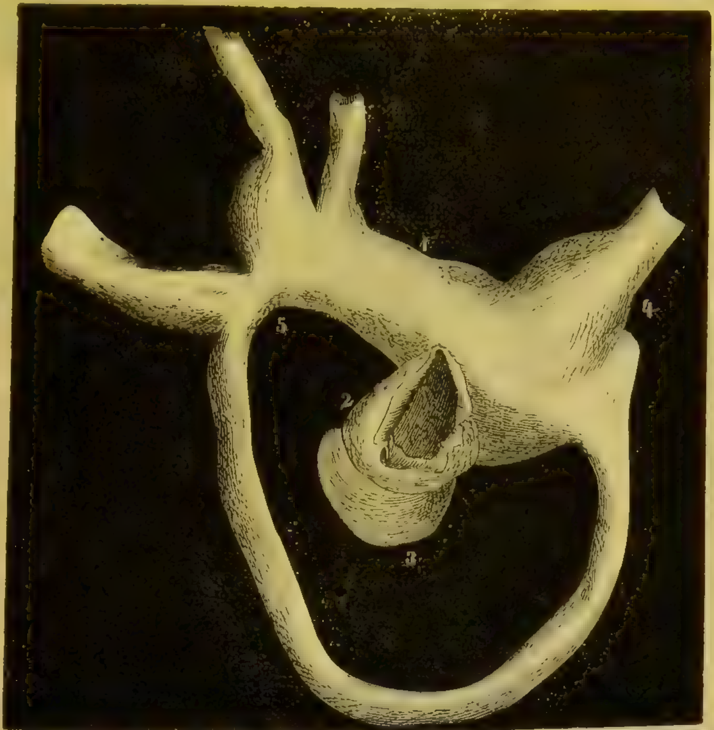


Fig. 298. Langes und rundes Säckchen nach einer Camera-lucida-Zeichnung. 1. Utriculus. 2. Sacculus rotundus. 3. Macula acustica. 4. Ampullen. 5. Canalis communis.

Die in dem freien Raum eines Bogenganges ziemlich straff ausgespannten feinfaserigen Bindegewebsbündel (Fig. 299), welche mit der Beinhaut einerseits und der freien Labyrinthwand andererseits in Zusammenhang stehen, sind wesentlich als Träger der Gefässe, aber auch als Fixirungsmittel der freien Wand des häutigen Bogenganges zu betrachten. Sie durchschneiden meist die Längsaxe des Bogenganges rechtwinkelig, schicken Nebenäste zum Periost und heften sich mit breiter werdenden Enden an den verschiedensten Stellen fest. In ganz ähnlicher Weise sind die beiden Säckchen angeheftet, nur mit dem Unterschiede, dass das feinfaserige Bindegewebe (die Ligamenta labyrinthi sacculorum) in jenen Winkeln, wo die Säckchen sich vom Knochen wegbegeben, viel schwächer entwickelt auftritt. Bei den Affen und den übrigen Säugethieren erscheint das Labyrinth, welches im Ganzen sehr dünnwandig ist, ebenso fixirt, wie bei dem Menschen. Die Verbindung mit dem

Periost und die in zartes Gewebe eingehüllten Gefässe zeigen sich nur darin verschieden, dass die Ligamenta labyrinthi canaliculorum weniger scharf be-



Fig. 299. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges vom Menschen. 1. Knöcherne Wand. 2. Bindegewebsbündel mit den in ihnen eingeschlossenen Gefässen. 3. Vereinigung der Fäden mit der Beinhaut. 4. Häutiger Bogengang mit seinen drei Schichten. 5. Ligamenta canaliculorum mit ihren Lücken. 6. Vereinigungsstelle des häutigen Bogenganges mit der Beinhaut.



Fig. 300. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges der Ratte. 1. Knöcherner Bogengang. 2. Netzförmig angeordnetes Fasergewebe. 3. Wandständige Lage des häutigen Bogenganges. 4. Bindegewebskörperchen. 5. Pigmentzellen.

grenzt auftreten. Bei der Ratte ist der knöcherne Kanal mit netzförmigen Bindegewebszügen und eingestreuten Pigmentzellen vollständig durchzogen und wird fast zur Hälfte von dem häutigen, excentrisch liegenden Kanälchen ausgefüllt, so dass hier ein ganz anderes Grössenverhältniss zwischen dem knöchernen und häutigen Bogengang gegeben ist, als beim Menschen. Die beiden Säckchen in dem Vorhofe ergeben bezüglich ihrer Anheftungsweise keinen Unterschied.

In den knöchernen Bogengängen der Vögel ist die Lagerung des Utriculus und die der häutigen Halbcirkelgänge nach Hasse's und meinen Beobachtungen auch eine excentrische. Die häutigen Ampullen dagegen erscheinen gewissermassen als Ausgüsse der knöchernen, so dass sie in ihrem ganzen Umfange das Periost des Knochens berühren. Die häutigen Gänge liegen der Beinhaut entsprechend der convexen Seite der knöchernen Gänge an, erscheinen aber nicht in der Art in das Periost eingegraben, wie ich es oben für den Menschen beschrieben habe. Ihre freie Wand wird durch ein feines Netzwerk mit dem Periost vereinigt, und bei der Ratte sowohl, als auch ganz besonders bei den Vögeln, Fischen und den kurzgeschwänzten Batrachiern kann man die Ueberzeugung gewinnen, dass jener Raum, welcher die freie Fläche der häutigen Bogengänge und den Utriculus begrenzt, von keiner epitheltragenden Serosa eingeschlossen wird.



Fig. 301. Querschnitt des knöchernen und häutigen Bogenganges von der Gans. 1. Knöcherner oberer Bogengang. 2. Verbindungsfasern zwischen Periost und häutigem Bogengang. 3. Häutiger Bogengang mit dem Epithel an der Innenfläche. 4. Anlagerung der dünnen Stelle des häutigen Bogenganges an das Periost.

Auch bei den Fischen wird der häutige Bogengang an die feste Kanalwand angeheftet. Der verhältnissmässig weite knorpelige oder knöcherne Gang ist hier theilweise durch ein Netzwerk breiter Faserzüge ausgefüllt, welche ein von Schleim erfülltes Lückensystem umschliessen. Der übrig bleibende Raum enthält den häutigen Gang, welcher lose an der Wand anhaftet, neben einem feinen Fasernetz, das sich von dem oben beschriebenen Gallertgewebe im Bogengang des menschlichen Foetus und des Frosches nicht wesentlich unterscheidet.

Hasse machte in seinen ersten Mittheilungen für den Frosch die Angabe, dass auf der Aussenfläche des häutigen Bogenganges dieses Thieres sich Anordnungen vorfänden, die an eine Epithelbekleidung erinnerten. Aber dieses Thier zeigt an Durchschnitten durch das knöcherne Labyrinth in Verbindung mit dem häutigen, ganz besonders klar in den knöchernen Bogengängen, histologische Verhältnisse, welche die Annahme einer Serosa durchaus nicht unterstützen. Denn wenn man hier gut gelungene Durchschnitte prüft, so erkennt man, dass die anastomosirenden, den Kanal vollständig ausfüllenden Bindegewebskörperchen, welche wir bei dem menschlichen Embryo »Gallertgewebe« bezeichnet haben, bei dem Frosche persistiren. Ob das ganze Leben hindurch ununterbrochen, muss ich vor der Hand dahingestellt sein lassen, da meine Ergebnisse sich zur Zeit nur auf Frösche beziehen, die am Ende des Winters untersucht wurden.

In dem Gallertgewebe finden sich beim Frosch zahlreiche grössere

Pigmentzellen, von denen einzelne der Aussenseite des häutigen Kanales innig anhaften. Eine noch reichlichere Pigmentablagerung ist in der Umgebung des Utriculus und des Steinsackes im Vorhofe vorhanden, so dass die Eintrittsstellen der Nervenbündel und der Gefässe in die Utricularwand theilweise unklar werden. Bezüglich der Wandständigkeit des häutigen Froschlabyrinthes ist hervorzuheben, dass der Utriculus, der Steinsack, die Ampullen und die Anfänge der häutigen Gänge der festen Kapsel ziemlich nahe liegen, dagegen kann nicht geleugnet werden, dass die häutigen Bogengänge in ihrer grössten Entfernung vom Vestibulum mehr von der Wand des knöchernen Kanales wegrücken, so dass sie allseitig in das kernführende feinfaserige Bindegewebe eingehüllt erscheinen. Wollte man auch diese Anordnung als Resultat der Präparation ansehen, so darf immerhin eine Thatsache nicht ausser Acht gelassen werden, dass nämlich die Verbindung des ganzen häutigen Labyrinthes mit dem Perioste bei dem Frosche durchaus keine so innige ist, wie bei den Vögeln, den Säugethieren und dem Menschen, was möglicherweise als von dem Grade der Rückbildung des Gallertgewebes abhängig gedacht werden kann.

2. Labyrinthwand.

Die Histologie der Labyrinthwand wird am zweckmässigsten an Querdurchschnitten studirt. Der auf dem Querschnitt oval erscheinende Bogen-

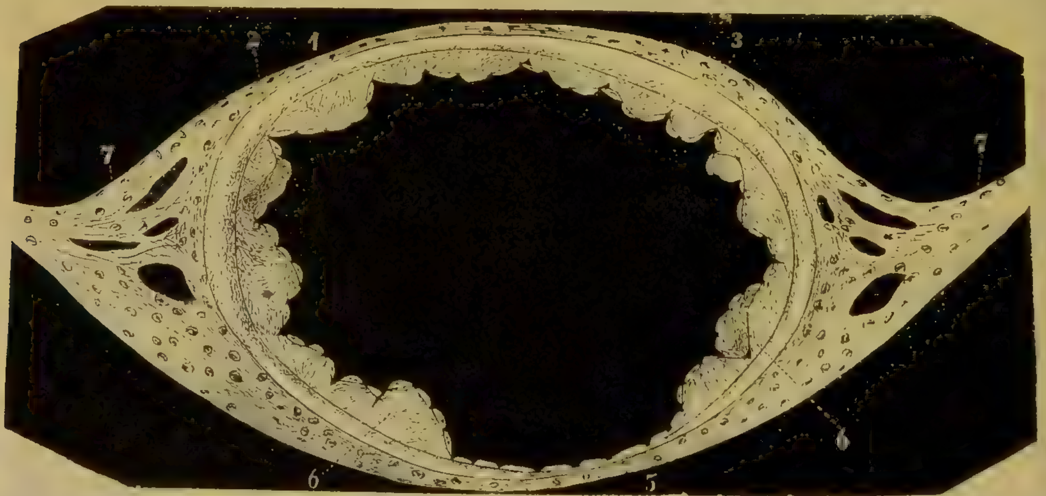


Fig. 302. Querdurchschnitt des häutigen Bogenganges vom Menschen. 1. Freie Wand mit der Faserlage und Bindegewebskörperchen. 2. Tunica propria. 3. Papillen mit ihrem Epithel. (4. fehlt.) 5. Papillenfreier Abschnitt der Kanalwand mit einer dünnen Lage der Tunica propria. 6. Stärkere Entwickelung der Papillen an der Grenze des papillenfreien Abschnittes. 7. Ligamenta labyrinthi canaliculorum.

gang besitzt eine ungleiche Dicke (s. Fig. 302). An dem menschlichen Bogengang beträgt die Dicke der an den Knochen angrenzenden Wand, ohne Einschluss des Periostes, 0,016 Mm., die freie Wand misst 0,028 Mm. und jene Stelle, die durch die Ligamenta labyrinthi canaliculorum befestigt wird, hat einen Durchmesser von 0,060—0,080 Mm.

Man kann vier Gewebslagen unterscheiden: 1. das Bindegewebsstratum, 2. die hyaline Tunica propria, 3. die papillenförmigen (zottenartigen) Vorsprünge, und 4. das Epithel.

Die äussere Faserlage stellt eine, die Kanäle vorwiegend umkreisende, Bindesubstanz mit zahlreich eingestreuten Kernen dar und erscheint in ihrer Struktur weder von den schon beschriebenen Bändern, noch von jener des Periostes wesentlich verschieden. Da wo das Kanälchen das Periost berührt, bildet die äussere Faserlage eine sehr dünne Schichte, stärker wird sie an der freistehenden Wand und erreicht den höchsten Grad der Ausbildung an jener Stelle, wo dieselbe mit den ligamenta labyrinthi canaliculorum zusammenfliesst. Die eingestreuten grossen meist rundlichen Kerne machen durch ihre Anordnungsweise an der Aussenfläche der freistehenden Kanalseite ganz den Eindruck einer Epithelschichte. Die Kerne treten aber auch in ähnlicher Art in den Labyrinthbändern und an der Periostseite auf, so dass an guten Imbibitionspräparaten schliesslich erkannt wird, dass die Aussenfläche des häutigen Ganges kein Pflasterepithel besitzt. 1)

Wenn man die ganzen Bogengänge, welche mit dem Periost und ihren Bändern aus ihrer Lage genommen wurden, untersucht, so nimmt man in der Umgebung der Gefässe ein anderes Fasernetz wahr, dessen Deutung mir vor der Hand zweifelhaft blieb. Blass aussehende, ziemlich breite Faserzüge stehen mit einander in regelmässiger netzförmiger Verbindung. An den Knotenpunkten, wo sie bedeutend breiter werden und ihr faseriger Charakter deutlicher wird, sind grosse Zellen neben Kernen in verschiedener Zahl eingelagert. Auf den ersten Anblick macht dieses Netz ganz und gar den Eindruck von Nerven mit eingelagerten Ganglienzellen (s. F. 303). Ob wir hier Nerven oder eine andere Gewebsart vor uns haben, konnte ich für diesen Aufsatz nicht mehr endgiltig zur Entscheidung bringen. Dass es vom grössten

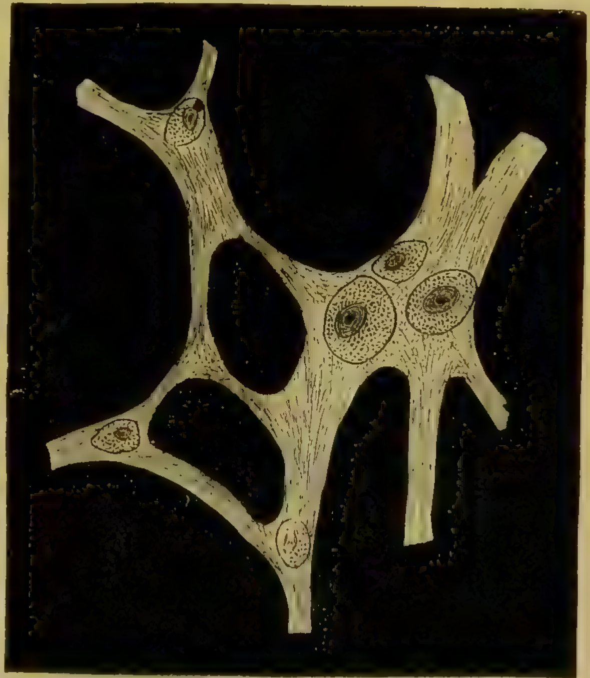


Fig. 303. Fasernetz aus der Umgebung der Gefässe der menschlichen Bogengänge mit eingelagerten Zellen.

1) Nach SCHWALBE und F. E. WEBER soll der mit Perilymphe gefüllte Raum zwischen häutigem und knöchernem Labyrinth ein Lymphraum sein, da die Injectionsmasse vom Arachnoidealraum aus durch den Porus acusticus in ihn hineingelangt.

Interesse wäre, wenn mit dieser Beobachtung die Nerven der häutigen Halbcirkelgänge, deren Existenz bisher bezweifelt wurde, aufgefunden wären, bedarf kaum einer Andeutung.

An dem Säckchen bildet die Faserlage eine dünne Schichte, mit Ausnahme jener Stellen, wo die Nerven an der knöchernen Wand eintreten. Die Säckchen liegen nämlich hier der Knochenwand nicht innig an (der Utriculus inniger als der Sacculus rotundus), sondern sie werden durch ein weitmaschiges Bindegewebe, das die Gefässe und Nerven einschliesst, von ihr getrennt.

Auch die zweite Gewebslage, die glasartig aussehende Tunica propria, ist von ungleicher Dicke. Während dieselbe an der anliegenden Stelle des häutigen Bogenganges auf dem Querschnitt eine sehr dünne Lage darstellt, wird sie an der freien Bogenwand etwas stärker und erreicht, entsprechend der Anheftungsstelle der Labyrinthbänder, eine bedeutende Mächtigkeit. An frischen Präparaten stellt dieselbe eine hyaline Substanz dar, die weder nach aussen gegen die Faserschichte, noch nach innen gegen die Papillen scharf abgegrenzt erscheint. Bei Anwendung von Färbemitteln und anderen Reagentien tritt eine granulirte, leicht streifige Beschaffenheit der Tunica propria auf. Dieselbe ist auch noch an dem Utriculus nachweisbar, bildet aber hier eine sehr dünne gleichmässige Schichte.

Die papillenförmigen [1]) Hervorragungen an der Innenfläche der Tunica propria muss ich als normale Bildungen des erwachsenen Menschen ansehen. Sie kommen so constant vor, dass ich viel eher ihr Fehlen für pathologisch halten möchte. Sie erscheinen auf bestimmte Stellen der Canalwand beschränkt, und ich habe aus diesem Grunde schon früher eine papillenfreie und papillentragende Abtheilung der Canalwand unterschieden. In mannigfacher Form und Grösse sieht man sie in den häutigen Canälen des Erwachsenen bei Flächenansichten als glasartige Kugelgebilde, [2]) welche auf dem Querdurchschnitte als Hervorragungen erkannt werden. Mit breiter Basis sitzen sie der Tunica propria auf und ragen hügelig, kolbig oder selbst kegelförmig in das Lumen des Canales hinein. Gegen die Tunica propria sind die Papillen nicht scharf abgegrenzt, man muss sie eben als integrirende Theile dieser Membran ansehen; denn sie gehen während ihrer Entstehung von ihr aus und sind bezüglich ihrer Structur mit ihr voll-

1) Für die Bezeichnung »zottenförmige«, welche ich früher gebrauchte, schlage ich die obige Benennung vor, da die in Frage stehenden Bildungen mehr Aehnlichkeit mit Papillen als mit Zotten haben. Hasse hat die Vermuthung ausgesprochen, dass ich die durch das Gewebe scheinenden Streifen für Papillen, resp. Zotten gehalten hätte, eine Vermuthung, welche mir die Ueberzeugung aufdrängt, dass Hasse diese fraglichen Gebilde beim Erwachsenen nicht studirt hatte, denn die Papillen auf einem Querschnitt zur Anschauung zu bringen, gehört zu den einfachsten Darstellungen und eine Täuschung ist hier unmöglich.

2) Ob die Papillen mit den von Pappenheim beschriebenen »grossen Kugeln« identisch sind, lässt sich aus dessen unklarer Darstellung, Seite 43 und 44 seiner speciellen Gewebelehre des Gehörorganes, nicht entnehmen.

kommen identisch. Bei dem Embryo und selbst bei dem neugeborenen Kinde fehlen die Papillen noch vollständig, später aber treten sie zunächst an jenen Stellen der inneren Canalwand auf, wo aussen sich die Labyrinthbänder befestigen. Die dem Knochen anliegende dünne Stelle des häutigen Bogenganges ist in ihrer grössten Ausdehnung vollkommen frei von Papillen, und ich habe an ihr niemals die leiseste Andeutung derselben gesehen, trotzdem hier die Tunica propria, wenn auch nur als sehr dünne Lage, vorhanden ist (s. Fig. 302). Nach beiden Seiten nun beginnen die hügelförmigen Vorsprünge, nehmen allmählich an Grösse zu und werden dann (auf unsere Figur angewendet) rechts und links stärker, um an der freien Labyrinthwand an Höhe wieder abzunehmen. An letzterer Stelle erheben sie sich oft nur sehr wenig über die freie Fläche, so dass sie bei Anwendung schwacher Vergrösserungen zu fehlen scheinen. Ihre Innenfläche ist allseitig sowohl in den Thälern zwischen den Papillen, als auch auf deren Höhe von einem einschichtigen Pflasterepithel überkleidet, welches an Flächen- und Profilansichten mit verschiedenen Hilfsmitteln nicht sehr schwer zur Anschauung gebracht werden kann. Da aber diese Epithelzellen sich ziemlich leicht loslösen und die kleinste Papille oft nur drei bis fünf Epithelzellen trägt (s. Fig. 304), so können die Kerne der Zellen nicht immer an Durchschnitten im Profil gesehen werden, was wohl ganz besonders dazu führte, dass die Existenz der Epithelzellen auf der Höhe der Papillen irrigerweise geleugnet wurde (Lucae). Die Epithelzellen zeigen sich auf den Papillen und in deren Umgebung von unregelmässiger Form, und man kann bei Flächenansichten die Contouren der Zellen an Imbibitionen mit Argentum nitricum auf allen Stellen der Erhabenheiten verfolgen. Da die fraglichen Bildungen erst nach der Geburt entstehen, so ist es wahrscheinlich, dass sie während ihrer Entwickelung die ursprünglich in regelmässigen Abständen angeordneten Epithelien in einfacher Weise mechanisch ausdehnen, wie diess auch für manche der sonderbaren Epithelformen in verschiedenen Gefässen, die durch Eberth bekannt wurden, angenommen werden muss, und wie es in gleicher Weise für die Lungenbläschen gilt, wenn es wahr ist, dass dieselben beim Erwachsenen Epithel tragen. Obschon bezüglich der Papillen individuelle Verschiedenheiten vorkommen, so habe ich dieselben doch nie ganz vermisst. In einiger Entfernung von der

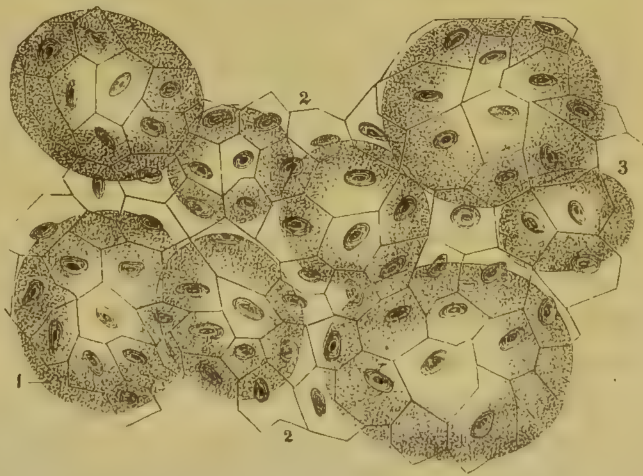


Fig. 304. Flächenansicht der Papillen des horizontalen häutigen Bogenganges (Argentum-nitricum-Imbibition). 1. 2. 3. Papillenförmige Gebilde mit dem Epithel.

dünnen Wand, resp. entsprechend der Anheftungsstelle der Canalbänder fehlen sie nie; aber an der freien Canalseite sind dieselben mitunter nur schwach angedeutet. In den Säckchen und in der Nähe der Einmündungsstellen der Bogengänge in den Utriculus werden sie nicht gefunden. Mehrere Male habe ich jedoch die Papillen vereinzelt gesehen an der erweiterten Einmündungsstelle des horizontalen häutigen Ganges.

Diese dem erwachsenen Menschen eigenthümlichen Bildungen hat man für pathologische Producte gehalten (Voltolini, Lucae). Lucae hat dafür geltend gemacht, dass dieselben bei dem Neugebornen nicht vorhanden seien, und derselbe gab an, es fehle ihnen das Epithel und ihr Reactionsverhalten gegen Jod lasse sie den Amylumkörpern an die Seite stellen. Dagegen kann mit Uebergehung des ersten irrelevanten Punktes eingewendet werden, dass 1) die Papillen in den Bogengängen des Erwachsenen, wenn auch individuell in verschiedenem Grade entwickelt, von mir nie ganz vermisst wurden, *) dass 2) mittelst der geeigneten Reagentien das Epithel nachzuweisen ist und sie die bekannte Jodreaction, die an ihnen hervorgerufen werden kann, mit der Tunica propria und manchen anderen Geweben theilen, in denen Amylum erst noch aufgefunden werden muss. Die rundlichen Formen, welche die Papillen bei mechanischer Zerreissung zeigen, wird man doch nicht als Argument benutzen wollen für ihre Amylumnatur! Ich habe mich auf das Bestimmteste an sehr feinen Querschnitten des häutigen Bogenganges überzeugt, dass die Papillen nur als Theile der Tunica propria aufzufassen sind. Die Grenzmarke, welche an Querdurchschnitten zwischen der genannten Membran und den Papillen auftritt (s. Fig. 302), beruht nur auf der Dicke des Schnittes. An sehr feinen Schnitten sind zwischen beiden Lagen bei Anwendung starker Vergrösserungen keine Contouren erkennbar. Wenn angenommen werden darf, dass die häutigen Canäle die Endolymphe secerniren, so erscheinen vorderhand die Papillen, ganz abgesehen von anderartigen physiologischen Deutungen, als Gebilde, welche eine bedeutende Flächenvergrösserung nothwendig bedingen.

Bei den Säugethieren ist das häutige Labyrinth bedeutend dünnwandiger als bei dem Menschen. Die Dicke des häutigen Bogenganges schwankt nur in geringem Grade und seine Schleimhaut besitzt keine Papillen.

Die häutige Labyrinthwand der Vögel ist in dem Utriculus, den Ampullen und ganz besonders in den Bogengängen von ungleicher Dicke. Der auf dem Querschnitt oval erscheinende Bogengang ist an jener Stelle, wo er der Knochenwand anliegt, sehr dünn und nimmt von hier aus bis zur frei-

---

*) Untersucht man an 30 erwachsenen Cadavern in der Reihenfolge, wie sie auf eine anatomische Anstalt gebracht werden, ohne Rücksicht auf die vorausgegangenen Krankheiten, die häutigen Bogengänge, so findet man bei etwa 28 die papillenförmigen Vorsprünge und nur bei zweien nicht. Es wäre schon in diesem Zahlenverhältniss, abgesehen von den erwähnten anderen Gründen, ein genügender Anhaltspunkt gegeben, dieselben nicht für pathologische Bildungen zu halten.

stehenden Wand allmählich an Dicke zu. Die dünnste Stelle hat einen Durchmesser von 0,020 Mm. und die dickste von 0,080 Mm. Ich kann Hasse's Angabe nicht beipflichten, dass die Dicke der Wandung innerhalb geringer Grenzen variire und sich keine bestimmte Norm für die grössere oder geringere Dicke an bestimmten Orten aufstellen lasse. Nach meinen Ergebnissen beschränkt sich die dünne Canalwand durchgehends auf die Anlagerungsstelle an dem Periost und die dicke Wand, welche aussen eine Art Rinne zur Aufnahme der grösseren Gefässzweige besitzt, auf die von dem Knochen abgewendete Canalseite.

Eine Faserlage existirt auf der Aussenfläche nur insofern, als die Bindesubstanz, welche in dem knöchernen Bogengang vorhanden ist, sich mit ihr vereinigt.

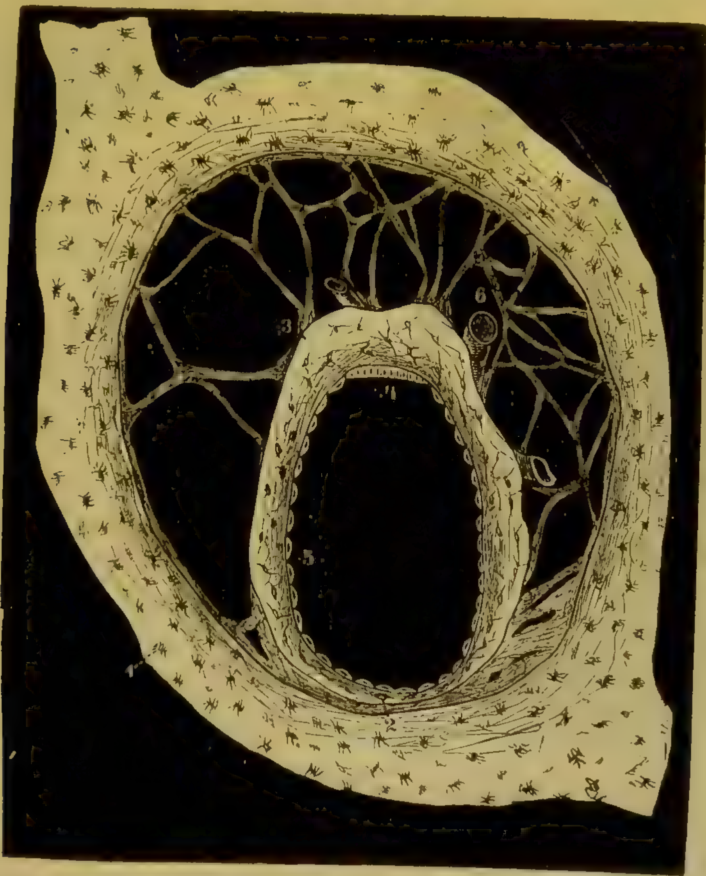


Fig. 305. Querschnitt des sagittalen Bogenganges der Taube. 1 Knöcherner Bogengang. 2 Dünner Abschnitt der Wand mit dem Periost verbunden. 3 Dicker Abschnitt der Wand mit einer Rinne für eine Arterie. 4 Epithel, welches sich von dem Plattenepithel unterscheidet. 5 Plattenepithel. 6 Netzförmiges Fasergerüste zwischen Periost und Aussenfläche des häutigen Bogenganges. $^{170}/_{1}$.

Die mächtige Tunica propria, welche in Verbindung mit dem Epithel an dem Basalsaum der Innenfläche die Wand bildet, hat man schon von jeher bei den Vögeln, Fischen und Reptilien als »Labyrinthknorpel« bezeichnet. In den ausgezeichneten Abhandlungen von Leydig, Deiters und Hasse finden sich genaue Angaben über die Histologie der Canalwand nebst Abbildungen.

In einer structurlosen Grundlage, welche nur an Chromsäurepräparaten ein fein granulirtes Ansehen darbietet, sind längliche oder vieleckige kleine Kerne mit Fortsätzen in nicht sehr grosser Anzahl eingestreut. Während die Mehrzahl der Ausläufer der Bindegewebskörperchen vorwiegend in circulärer Anordnung den Canal umkreisen, durchsetzen andere die dicke Stelle des Canales in der Richtung von aussen nach innen (s. Fig. 306). Die groben Gefässnetze, welche um die häutigen Canäle herumgehen, nehmen auch theilweise ihre Lage in der Knorpelsubstanz, ohne jedoch die Epithellage zu erreichen.

Diese kleidet, auf einem Basalsaum sitzend, als regelmässiges Pflasterepithel die Innenfläche aus. An der dicken Canalseite tritt, auf eine kleine Stelle beschränkt, eine grössere Epithelform auf, so dass es hier den Anschein hat, als wenn jene cylindrischen Epithelzellen des Utriculus und der Ampullen, welche gegenüber dem Nervenepithel einen schmalen Streif bilden und die von Hasse unter der Bezeichnung Dachzellen sehr genau beschrieben wurden, auch in den Bogengängen sich erhielten.

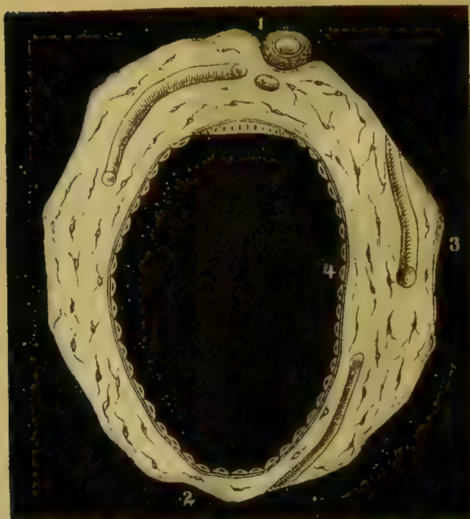


Fig. 306. Sagittaler Bogengang der Taube. 1 Rinne an dem dicken Abschnitt des Canales zur Aufnahme eines Gefässes. 2 Dünner wandständiger Abschnitt. 3 Labyrinthknorpel mit grösseren Gefässen durchzogen. 4 Plattenepithel. $^{170}/_{1}$.

Die verhältnissmässig starkwandigen Bogengänge der Fische[1]) sind von ungleicher Dicke und Form des Lumens bei den verschiedenen Familien. Beim Hecht (s. Fig. 307) ist der Canal auf dem Querschnitte dreiseitig mit einem dicken Basalschenkel, welcher der freien dicken Wand entspricht, und zwei seitlichen Schenkeln, welche an einer allmählich dünner werdenden Stelle bogenförmig zusammentreffen. Jene Stelle, welche der knöchernen oder knorpeligen Canalwand anliegt, ist auch hier die dünnste. Diese hat einen Durchmesser von 0,080 Mm., die dicke Stelle zwischen 0,120 — 0,160 Mm. Sie besteht aus einer festen hyalinen Grundsubstanz mit sehr zahlreich eingelagerten sternförmigen Bindegewebskörperchen, die durch ihre gegenseitigen Verbindungen der etwas granulirten Ausläufer ein grobes Netzwerk darstellen, welches bei näherer Prüfung beim Hecht eine Anordnung zeigt, die in Fig. 307 angedeutet ist. An der dünnen Canalwand umlagern die Fasern das Lumen des Canales; an den beiden dicksten Stellen erscheinen sie als Züge, die in querer Richtung

1) Meine Untersuchungen beschränkten sich auf die Familien der Barsche, Karpfen, Lachse und Hechte.

die Wand von aussen nach innen durchsetzen. Ein Bindegewebsstratum auf der Aussenseite des Canales fehlt. Auf dem Basalsaum der Innenfläche sitzt ein Plattenepithel, das aus ziemlich grossen Zellen mit starken Kernen gebildet ist, welche, im Profil gesehen, ein spindelförmiges Aussehen darbieten. Beim Hecht bildet dasselbe an der dicken Canalseite einen viel breiteren Saum als an den übrigen Stellen, und hier scheint eine Form von Cylinderzellen aufzutreten. Bei keiner Thierart lösen sich die Epithelzellen mit ihrem Basalsaum so leicht los, als bei den Fischen, wobei sich die ganze Lamelle verkleinert, auf dem Querschnitt als ein kleineres Canälchen auftreten und an einer beliebigen Stelle der Knorpelwand festhaften kann. Man gelangt aber durch wiederholte Darstellungen zur Ueberzeugung, dass hier ein Kunstproduct vorliegt, das in Folge der losen Verbindung des Epithels mit der Tunica propria entstanden ist.

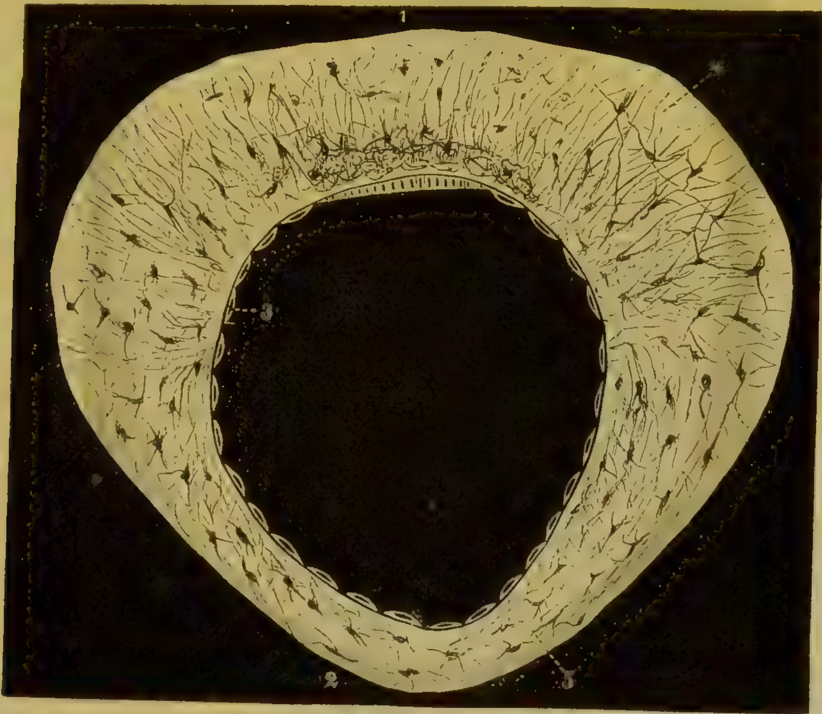


Fig. 307. Querschnitt des häutigen Bogenganges von Esox lucius. 1 Dicke Stelle des Bogenganges. 2 Dünner wandständiger Abschnitt des Bogenganges. 3 Plattenepithel, welches an dem dicken Abschnitt der Canalwand eine Cylinderform annimmt. 4 Labyrinthknorpel mit radiären Fasern und Bindegewebskörperchen. 5 Circuläre Fasern mit Bindegewebskörperchen.

In dem Bogengange von Petromyzon marinus hat A. Ecker im Jahre 1844 Flimmerepithelzellen beschrieben, welche, wie H. Reich, ein Schüler Ecker's im Jahre 1857 für Ammocoetes angab, nur der Crista acustica oder Macula acustica und nicht den Bogengängen angehören.

Eine eigenthümliche isolirt stehende Bildung habe ich in den häutigen Gängen bei Salmo hucho beobachtet (Fig. 308). An der beigegebenen Figur erkennt man, dass die Wand und das Lumen des Canales bei diesem Fisch von denen des Hechtes in manchen Beziehungen abweichen. Die Aussenseite der

Canalwand ist uneben, ihre dicke Stelle wird ungleich durch eine aussen befindliche Rinne, und was die Structur anlangt, so ist die hyaline Grundsubstanz im Verhältniss zu den Bindegewebskörperchen bedeutend vorherrschend.

An der dicken Stelle der Wand erheben sich in regelmässigem Abstand zwei Zellenreihen, welche wie zwei Wälle, eine Furche begrenzend, in den Canal ziemlich weit vorspringen (s. Fig. 308). Dieselben sind in der ganzen Länge der Canäle zugegen, nur mit dem Unterschiede, dass sie gegen den Utriculus hin an Höhe abnehmen.

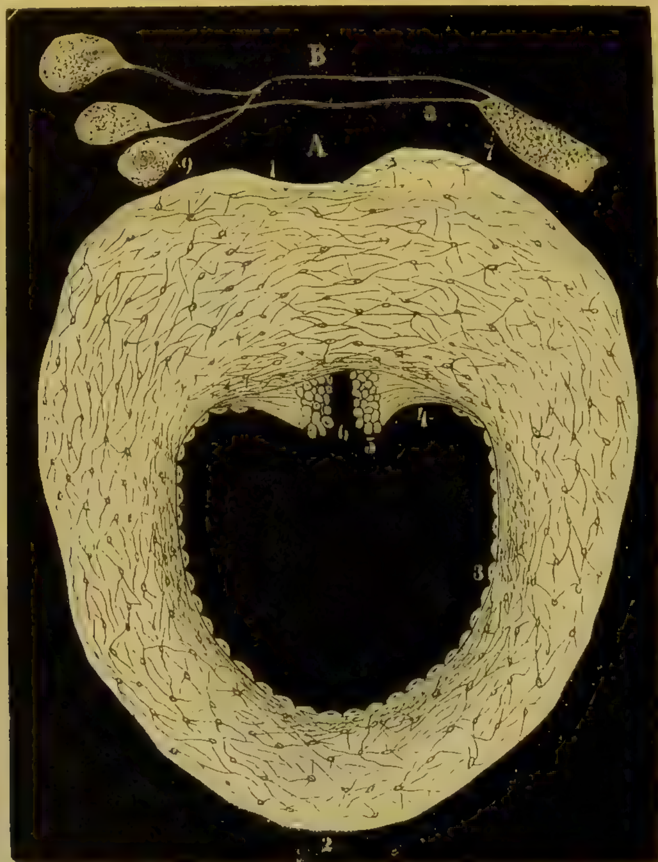


Fig. 308. *A* Querschnitt des häutigen Bogenganges von Salmo hucho. 1 Dicker Abschnitt der Canalwand mit einer Rinne an der Aussenseite. 2 Dünner wandständiger Abschnitt. 3 Plattenepithel. 4 Feine Fasern mit 5 den Zellenreihen. 6 Furche zwischen den beiden Zellenreihen. *B* Stark vergrösserte Fasern und Zellen isolirt. 7 Protoplasma, in welchem sich 8 die Fasern erheben. 9 Zellen, welche an den sich theilenden Fasern sitzen.

Unter ihren Epithelzellen, beziehungsweise an deren Grenze, treten sehr zarte, blass aussehende Fasern hervor, welche an ihrem Ursprunge von einem Protoplasma umgeben sind, sich dichotomisch theilen und mit rundlichen oder ovalen Zellen in Zusammenhang stehen, die wie die Beeren einer Traube an den Stielen sitzen. Die ganze Zellenreihe, welche auf diese Weise erzeugt wird, flottirt in einem gewissen Grade in der Endolymphe des Bogenganges. Bei Flächenansichten ergiebt sich, dass beide Zellenreihen in regelmässigen Abständen einander erreichen, so dass sie die Furche gleichsam überbrücken.

Nur möchte ich vermuthen, dass beide Reihen nicht durch ihre Stielchen in gegenseitiger Verbindung stehen, sondern die Zellen sich nur berühren und aneinander kleben. Wird eine derartige Stelle auf dem Querschnitt getroffen, so erhält die fragliche Bildung das Aussehen eines vollständigen Canales, und wenn man dieselbe mechanisch unter dem Mikroskop zu bewegen sucht, so nimmt man wahr, dass, obschon die Zellen sich heben und senken, die beiden Reihen sich nicht von einander entfernen. Die Furche zwischen den beiden Wällen scheint kein Epithel zu tragen. Ich glaube nicht, dass hier ein Nervenendapparat vorliegt, da die Zweige des Nerv. acusticus über die Ampullengrenze nicht hinausgehen und ich auch aussen an der Canalwand keine Nervenprimitivfasern beobachten konnte. Sollten vielleicht die beiden Wälle und die von ihnen eingeschlossene Furche in Beziehung stehen mit der Wellenbewegung der Endolymphe?

Von den Batrachiern habe ich vorerst nur das Labyrinth des Frosches untersucht. Die häutigen Halbcirkelgänge sind auf dem Querschnitt fast kreisrund und an allen Stellen ist die Wand so ziemlich gleich dick. Ihr Durchmesser beträgt im Mittel 0,040 Mm. In die weissliche hyaline Grundsubstanz sind nur sehr wenige ovale Bindegewebskörperchen eingelagert. An der äusseren Fläche treten blasse Fasern auf, welche etwa bis zur Hälfte ihrer Dicke die Wand quer durchsetzen. Da diese Streifung an allen Schnitten in gleicher Weise auftritt, so kann ich dieselbe nicht für zufällige Faltenbildung halten. Ein grosszelliges Pflasterepithel kleidet die Innenfläche aus.



Fig. 309. Querschnitt des Bogenganges von Rana temporaria. 1 Knorpel mit wenigen Bindegewebskörperchen. 2 Fasernetz mit Bindegewebskörperchen und Pigmentzellen. 3 Plattenepithel.

3. Die Gefässe des häutigen Labyrinthes.

Die Gefässe, welche zu den Säckchen, den häutigen Bogengängen und dem Perioste des Labyrinthes gelangen, sind an den genannten Stellen verschieden in ihrer Anordnung. Während an den Eintrittsstellen der Nerven in die Säckchen und Ampullen ein dichtes reiches Gefässnetz vorhanden ist,

werden die häutigen Bogengänge von einem groben Netz, welches aus weit gezogenen Schlingen gebildet ist, umgeben.

Mit den Zweigen der Vestibularnerven treten die ansehnlichsten Arterien zur Wand des runden und langen Säckchens und bilden entsprechend der Macula und Crista acustica zunächst starke grobe Netze in dem lockeren ansehnlichen Bindegewebslager zwischen der Knochen- und jener Stelle der Säckchenwand, welche die Macula acustica trägt. An der Säckchenwand selber werden die Capillaren feiner und bilden gegen die Peripherie der Macula zahlreiche Schlingen, ohne jedoch in die Tunica propria einzutreten. Bei den Vögeln und Fischen durchziehen grosse Capillarschlingen die Tunica propria bis an den Basalsaum reichend. Beim Menschen gelangen feine Capillaren über die Grenzen der Maculae acusticae hinaus und verbreiten sich in der äusseren Faserlage der nervenfreien Säckchenwand.

Vom Vorhofe aus begeben sich grössere arterielle Zweige in die knöchernen Bogengänge und nehmen mehr oder weniger in ihrem Centrum einen der Krümmung des Bogenganges entsprechenden Verlauf. Die Gefässe sind sämmtlich umgeben und fixirt durch eine verhältnissmässig dicke kernhaltige Bindegewebsumhüllung, welche als Ueberrest des fötalen Gallertgewebes für die Befestigung der Gefässe zurückbleibt. Von den grösseren im Centrum des knöchernen Canales gelagerten Gefässen begeben sich die feineren, ziemlich dickwandigen Zweige sowohl nach dem Perioste, als auch nach der freien Wand des häutigen Canales und den Ligamenta labyrinthi canaliculorum; von wo aus sie, in eigenen Bindegewebsfäden eingeschlossen, als Venen zurückkehren. In den knöchernen Canälen liegen Arterie und Vene nicht neben einander und sind oft sehr schwer von einander und von den dickwandigen Capillaren zu unterscheiden (s. Fig. 297).

Gegen den Vorhof hin treten die beiden Gefässe einander näher, ob aber von hier aus die Venen dem Verlaufe der aus der Art. auditiva interna abstammenden Zweige folgen, bleibt vorerst noch fraglich.

An Querdurchschnitten durch den Aquaeductus vestibuli kann man die Ueberzeugung gewinnen, dass neben dem serösen Gang starke Gefässe verlaufen, welche dem äusseren Habitus nach Venen zu sein scheinen und die schon von Hyrtl als Venen des Vorhofes beschrieben wurden.

4. Nerven und Epithel in den Ampullen und Säckchen.

Soweit die Verbreitungsbezirke des Nervus acusticus in den Säckchen und Ampullen bei den verschiedenen Thierklassen reichen, findet sich an deren Innenfläche ein constant vorkommendes, meist gelblich pigmentirtes eigenartiges Epithel mit feinen Haaren besetzt, so dass man aus diesen localen gegenseitigen Beziehungen der erwähnten Gewebselemente einen Schluss auf ihre nothwendige Zusammengehörigkeit ziehen möchte. Für das Studium des topographisch-histologischen Verhaltens der Nerven und ihrer Beziehungen zu dem Epithel der Ampullen und Säckchen eignen sich neben frischen ganz

besonders Durchschnitte in verschiedener Richtung an in Chromsäure erhärteten und entkalkten Objecten, welche auch noch nach ihrer Durchschneidung beliebig imbibirt und zerlegt werden können.[1])

Nachdem durch Scarpa und E. H. Weber auf den hügelförmigen Vorsprung (von Scarpa »Septum« genannt) an den Ampullen aufmerksam gemacht worden war, hat Steifensand im Jahre 1835 denselben bei den Fischen, Reptilien, Vögeln, Säugethieren und dem Menschen genauer studirt und dargethan, dass der bei den verschiedenen Thieren in seiner Form variirende Vorsprung durch eine eigenartige Einstülpung und Verdickung der Tunica propria der Ampullenwand hervorgerufen sei. M. Schultze belegte die Septa mit den sicherlich richtigeren Namen: Cristae acusticae in den Ampullen und Maculae acusticae in den Säckchen. Jeder Zweig des Nervus vestibuli, welcher zu einer Ampulle geht, senkt sich bei der Mehrzahl der Thiere, in zwei platte Bündel getheilt und mit Ganglienzellen in Verbindung stehend (Leydig, Hasse), in die aussen wahrnehmbare Rinne ein und durchzieht in fast gerader Richtung die Tunica propria bis zum Epithel der Crista acustica. Diese erlangt hier eine zwei- bis dreifache Mächtigkeit und wird innen von einem structurlosen Basalsaum begrenzt. Sie ist aber nicht alleiniger Träger der Nerven, sondern auch die unteren Abschnitte der mehr oder weniger rechtwinkelig sich von ihr erhebenden seitlichen Ampullenwände, welche Steifensand Plana semilunaria genannt hat, nehmen unter ihrem Epithel feine Nervenfasern auf (siehe Fig. 310). Während die Nervenprimitivfasern die Tunica pro-



Fig. 310. Querschnitt der Ampulle vom Hecht. 1 Ampullendach. 2 Dünne Stelle der Seitenwand. 3 Verdickte Stelle der Seitenwand. 4 5 6 Ampullenboden mit den Nerven. 7 Nervenepithel. 8 Hörhaare. 9 Uebergangsstelle zwischen Ampullenboden und 10 Planum semilunare. 11 Plattenepithel.

[1]) Besonders werthvoll finde ich jene Imbibitionsmethode, welche unter den Augen des Beobachters vor sich geht. Zu diesem Zwecke brachte ich Ampullendurchschnitte mit den Nerven auf einen Objectträger, setzte Ueberosmiumsäure hinzu und beobachtete so die sich allmählich vollziehende Reaction an Nerv und Epithel.

pria durchziehen, nähern sie sich einander und werden in der Nähe der Crista sehr fein, indem sie ihre doppelten Contouren verlieren. Es ist nicht schwer, an den Ampullen der Fische, welche mit Ueberosmiumsäure behandelt wurden, die Ueberzeugung zu gewinnen, dass eine blasse, schmale Faser, als directe Fortsetzung einer Primitivfaser, wie es von Reich und M. Schultze zuerst angegeben wurde, den Basalsaum der Ampullenleiste, ohne Vermittelung von Ganglien, in der That überschreitet und dann in eine grössere Anzahl feinerer Fäserchen zerfällt. Man erhält diese Bilder an frischen und imbibirten Objecten so häufig in übereinstimmender Weise, dass die Annahme der Entstehung eines Kunstproductes bei der Zerreissung gewiss keine Berechtigung hat. Hartmann hat sich bemüht, den Beweis zu liefern, dass bei den Fischen die Nervenfasern in der Crista acustica schlingenförmig umbiegen, eine Angabe, die schon von Henle zurückgewiesen wurde und an feinen Schnitten imbibirter Präparate sehr leicht widerlegt werden kann. Hartmann's Schluss, dass das Nervenmark durch den Basalsaum mechanisch hindurchgedrückt werde und einem getheilten Axencylinder ähnlich sehe, kann dann nicht richtig sein, wenn 1. der Druck vermieden wird und 2. doch Oeffnungen in dem Basalsaum, welche dem Nervenmark die eigenthümlichen Formen verleihen, schon vorausgesetzt werden müssen. So haben sich denn auch M. Schultze, F. E. Schulze, Odenius, Kölliker, Deiters, Hensen, Henle u. Hasse dahin übereinstimmend ausgesprochen, dass die blassen Fasern als Fortsetzungen der doppelt contourirten Nervenfasern in das Epithel eintreten.[1] Nach

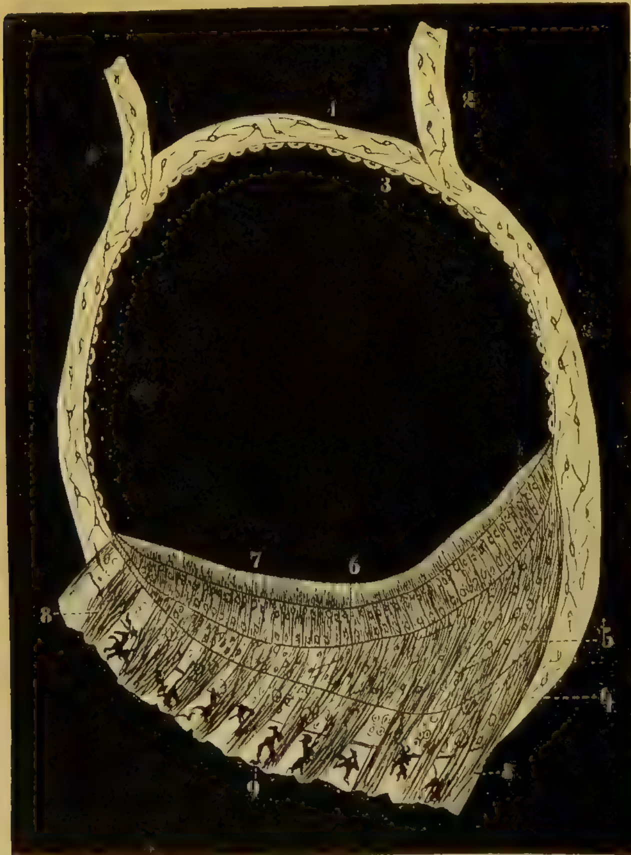


Fig. 311. Querdurchschnitt der Ampulle von Rana esculenta. 1 Dach der Ampulle. 2 Bogengang. 3 Epithel am Ampullendach. 4 Verdickte Ampullenwand. 5 Nerven mit Zellen durchsetzt. 6 u. 7 Epithel mit den Hörhaaren. 8 Nervenbündel. 9 Pigment.

1) Obschon Henle die Angaben Hartmann's für direct widerlegt hält, sollen nach ersterem die Nervenfasern fein zugespitzt an der Basalmembran enden, p. 777. Henle hält sich nicht für berechtigt, den positiven Angaben über den Eintritt der Nervenfasern in das Epithelium entgegenzutreten.

M. Schultze und Odenius sollen nur die blassen Axencylinder, nach Hasse und v. Grimm auch ihre zarten Scheiden in das Epithel eintreten. Wenn man die nach Behandlung mit Osmiumsäure leicht isolirbaren Axencylinder der Ampullennerven mit den in das Epithel eingetretenen Fasern vergleicht, so ist bei den Fischen selbst bei Anwendung starker Vergrösserungen kein histologischer Unterschied wahrnehmbar. Bezüglich der einfachen Theilung der blassen Fasern glaube ich solche bei den Fröschen und Fischen beobachtet zu haben, und zwar noch vor Ueberschreitung des Basalsaumes; die Mehrtheilung findet jedoch immer erst nach dem Durchtritt durch den Basalsaum statt.

Die Nervenepithelschichte, die theils glatt, wie bei dem Menschen, den Säugethieren und Vögeln, theils faltig, wie bei vielen Fischen, auf der Höhe der Ampullenwand sich darstellt, hat bei den verschiedenen Thieren einen Dicken-Durchmesser, welcher zwischen 0,016 mm. (Vögel) und 0,080 mm. (Cyprinoiden) schwankt. Bei den Säugethieren und dem Menschen steht ihre Dicke in der Mitte zwischen der bei den Vögeln und Fischen. Die tiefste auf dem Basalsaum aufsitzende Schichte des Nervenepithels ist weich, locker und kernhaltig. In der Mitte erscheint sie am dichtesten und wird gegen den freien Rand durch eine scharf markirte Linie, welche den Eindruck macht, wie die Limitans externa im menschlichen Auge, abgegrenzt, und auf dieser sitzen die steifen Haare auf. Bei den Cyprinoiden hat schon Lang eine besondere Zellenlage beschrieben, welche ich einigemal sehr schön und klar beobachten konnte. Dieselbe stellt einen Saum an der Innenseite der Epithelschichte dar und an sie reihen sich die Hörhaare an. Die von Lang beschriebenen und abgebildeten Hohlräume in dem Epithel halte ich für zufällige Bildungen. An dem Planum semilunare der Fische wird das Nervenepithel von unten nach oben allmählich breiter, dann wieder schmäler und läuft auf dem Querdurchschnitt in ein spitzes Ende aus, an das sich die Pflasterzellen der oberen Ampullenabtheilung anreihen. Auch an der Uebergangsstelle der Crista acustica in das Planum semilunare tritt eine niedrigere Epithelschichte auf (s. Fig. 310). Die Crista cruciata der Vogelampulle, welche sehr stark nach dem Binnenraum vorspringt, wird in ihrer ganzen Ausdehnung von einem nicht sehr dicken Nervenepithel bekleidet.

In den Säckchen ist die Nervenepithellage durchschnittlich etwas niedriger als in den Ampullen. Der Uebergang derselben in das angrenzende Cylinderepithel ist auch hier ein allmählicher, und in dem Sacculus rotundus erlangt das Epithel auch an jenen Stellen, welche keine Nerven aufnehmen, nie die niedrige Form wie in den häutigen Kanälen, d. h. es tritt dasselbe hier nicht als reines Platten-, sondern als Uebergangsepithel auf.

Zerlegt man den Epithelsaum, so lassen sich bei dem Menschen, den Säugethieren und Fischen mehrere Zellenformen in ihm nachweisen. Zunächst sieht man längliche Cylinderzellen von ziemlich gleicher Dicke mit einem grossen Kern in dem centralen Ende. Das eine Ende dieser Zellen endet breit, das andere läuft in einen stumpfen Conus aus. Bei den Fischen

und Fröschen sind sie gelblich pigmentirt. Diese Cylinderzellen, welche Leydig bei dem Aale, Reich bei Petromyzon marinus und M. Schultze zuerst bei den Rochen und Haien genauer beschrieben haben, grenzen überall da an die Innenfläche des Epithelsaumes, wo keine besondere Zellenlage vorhanden ist. Bei den Cyprinoiden sind nämlich zunächst der Innenfläche niedrige, gleich dicke, helle Cylinder mit einem stark lichtbrechenden Kern nebeneinander gereiht, welche an der centralen Grenze der Hörhaare einen hellen blassen Saum erzeugen. Sie lassen keine Fortsätze erkennen, und würde man dieselben nicht in Situ studiren, so könnte man sie leicht bei isolirter Beobach-



Fig. 312. Horizontaldurchschnitt durch das Vestibulum und den Sacculus rotundus vom menschlichen Foetus. 1. Knorpel. 2. Nerven an der medialen Wand des Vorhofes. 3. Crista vestibuli. 4. Nervenepithel im Sacculus rotundus. 5. Hörhaare. 6. Uebergang des Nervenepithels in (7) das niedrige Cylinderepithel. 8. Laterale Wand des runden Säckchens. 9. Utriculus mit dem Nervenepithel. 10. Plattenepithel des Utriculus.

tung für einfache Cylinder aus dem Grenzgebiete des Planum semilunare halten. Die in dem Nervenepithel vorhandenen, an beiden Enden abgestumpften Epithelformen scheinen nur jene Stützzellen zu sein, zwischen denen die Enden der Fadenzellen hindurchgehen.

Diese Spindel-, Faden- oder Stäbchenzellen sind in viel grösserer Zahl vorhanden, als die Cylinderzellen. Es sind jene Flaschen- oder Fadenzellen, welche zuerst M. Schultze, dann Odenius, Kölliker, Henle und Hasse in

übereinstimmender Weise beschrieben haben. Sie zeigen eine spindelförmige Gestalt mit einem langen Ausläufer nach dem Centrum und einem stäbchenförmigen Aufsatze nach der Peripherie zu. Ihr blasses Aussehen im frischen Zustande lässt sie von den übrigen Zellen unterscheiden und nur ihr Verhalten bei Behandlung mit Ueberosmiumsäure scheint eine besondere Aufmerksamkeit zu verdienen. Beobachtet man nämlich bei den Cyprinoiden die Ampullenquerdurchschnitte nach Zusatz von Osmiumsäure unter dem Mikroskop, so nimmt man nach einiger Zeit wahr, dass in demselben Verhältniss, als die Nerven sich dunkel färben, auch der Epithelsaum mit den Hörhaaren eine braune Farbe, wenn auch langsamer, annimmt. Endlich treten zunächst der inneren Abtheilung der Epithelschichte dunklere Streifen auf, welche man bis an die Oberfläche verfolgen kann. Diese dunklen, ungleich dicken Streifen stehen in ganz bestimmten Abständen von einander. Lässt man dann den Epithelsaum längere Zeit in der Osmiumsäure liegen, so können die einzelnen Zellen isolirt werden, und nun sieht man in den spindelförmigen Fadenzellen einen schwarzgefärbten Streifen, welcher, wie ich glaube annehmen zu dürfen, im Innern der Zelle eingeschlossen ist. Derselbe erscheint als die Fortsetzung des langen Fadenendes und steht mit dem Kern der Zelle in Zusammenhang, d. h. der Zellenkern erscheint ebenso dunkel gefärbt, wie der Faden selbst. Nach dem peripherischen Ende zu setzt sich der kaum messbare Faden fort, und an Zellen, welche noch mit einem Rest des Hörhaares besetzt sind, macht das Bild ganz den Eindruck, als sei zwischen dem dunklen Streifen im Innern der Spindelzelle und dem Hörhaar keine Unterbrechung vorhanden. Diese Beobachtung machte ich sehr oft an den Ampullen der Cyprinoiden, und die Reaktion, welche an den Spindelzellen bei Anwendung der genannten Säure auftritt, lässt doch immerhin die Interpretation zu, dass hier nervöse Gebilde vorliegen. Auch sind diese Beobachtungen in der That übereinstimmend mit den Angaben, welche in jüngster Zeit durch v. Grimm [1])

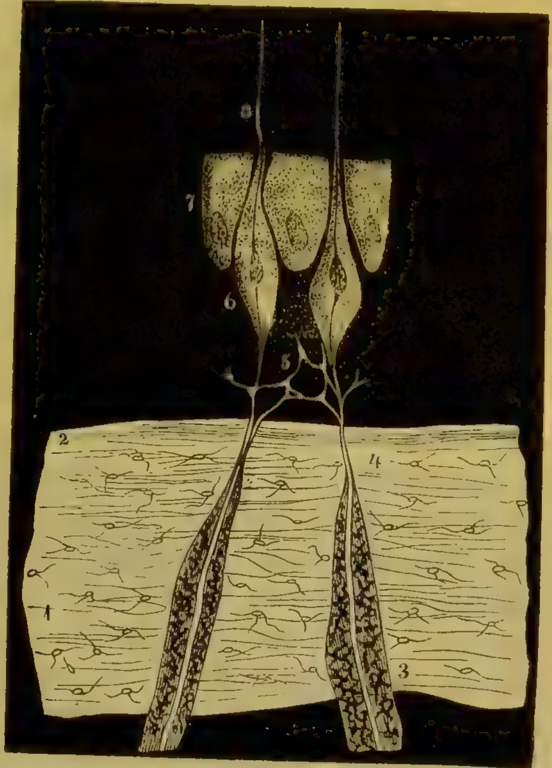


Fig. 313. Schema der Nervenendigung. 1. Knorpel der Ampullenwand. 2. Strukturloser Basalsaum. 3. Doppelcontourirte Nervenfaser. 4. Axencylinder durch den Basalsaum tretend. 5. Netzförmige Verbindung der feinen Nervenfasern mit Kernen durchsetzt. 6. Spindelzellen mit Kern und dem dunkeln Faden im Innern. 7. Stützzellen. 8. Hörhaar.

1) Bulletin de l'académie impérial des sciences de St.-Pétersbourg.

für die Ampullen der Katze bekannt wurden. v. Grimm hat ebenfalls die schwarze Färbung auf Anwendung von Ueberosmiumsäure an den Spindelzellen bei der Katze gesehen. An den einfachen Cylinderzellen ist mitunter auch eine dunkle Färbung des Kernes wahrnehmbar, aber ich vermisste stets den dunklen Streifen in der Zelle.

Die Existenz von Basalzellen auf dem strukturlosen Saum der Tunica propria, welche M. Schultze beschrieben hat, blieb mir zweifelhaft. Ich kann dieselben an sehr dünnen Schnitten in situ nicht zur Anschauung bringen. Nur einmal glaubte ich bei einem grossen Salm eine, auf dem Basalsaum vorhandene, gestreifte Anordnung als eine Zellenreihe deuten zu dürfen. Wird der ganze Epithelsaum von der Tunica propria losgelöst, so nimmt man keine regelmässige, auf dem Basalsaum aufsitzende Zellenreihe wahr, und ebenso wenig können regelmässige Zellenreihen an der abgelösten Nervenepithelschichte erkannt werden. M. Schultze hat auch schon die Mittheilung gemacht, dass die Basalzellen nicht in der ganzen Ausdehnung des Kammes der Crista acustica vorkämen, sondern mehr in den Randpartien.

Sind nun die feinen Nervenfasern, die sich durchaus nicht von dem isolirten Axencylinder unterscheiden lassen, in die lockere Epithellage eingetreten, so gehen sie hier vielfache Anastomosen mit einander ein und so entsteht ein Nervennetz, welches sowohl an den Knotenpunkten, als auch an den feinen Fäserchen zahlreiche Anschwellungen zeigt. Einigemal ist es mir gelungen, dieses Netz sehr klar zur Anschauung zu bringen. Jedoch blieb mir die Natur der verschieden geformten Anschwellungen fraglich; denn ich kann dieselben nicht als Ganglienzellen auffassen, wie Reich es gethan, obschon in neuerer Zeit die Thatsachen sich häufen, welche für die Auffassung sprechen, dass kernige Anschwellungen an feinen Nervenfasern als ganglienähnliche Elementartheile, wie bei der Körnerschichte der Retina, zu betrachten seien. Aus dem feinen Nervennetz gehen die Fasern hervor, welche sich senkrecht in dem Epithel anordnen, und ich glaube, auf zahlreiche Beobachtungen gestützt, annehmen zu dürfen, dass die Fäden, welche in die spindelförmigen Zellen eintreten, die Forsetzungen der Nerven darstellen. Und wenn die dunklen Streifen und der Kern der Spindelzellen, gerade weil sie sich in der Osmiumsäure schwarz färben, als nervöse Gebilde angesehen werden dürfen, so können auch die Hörhaare als allmählich dünner werdende Fortsätze der Flaschenzellen aufgefasst werden. Diese ziehen zwischen den sie stützenden cylindrischen Epithelzellen hindurch, und zwar immer an jenen Punkten, wo die Kanten der polygonalen Cylinderzellen zusammentreffen. Die Hörhaare nehmen auch in der Ueberosmiumsäure, wenn auch keine schwarze, so doch eher als irgend ein anderes Gewebe an der Ampullenwand, eine braune Färbung an.

Man hätte demnach in dem Nervenepithel der Ampullen und Säckchen eine Anzahl cylindrische Stützzellen vor sich, welche Räume und feine Kanäle zwischen sich erzeugen zur Aufnahme der spindelförmigen Nervenzellen, die als Träger der Endorgane der Vestibularnerven aufzufassen sein dürften. Hier wäre auch noch die Beobachtung von F. E. Schulze an durchsichtigen Meer-

grundeln (Gobius niger?) zu erwähnen, wonach die Nervenprimitivfasern direkt in die Hörhaare übergehen sollen. Der von dem Autor beigegebenen Abbildung zufolge werden in dem während der Untersuchung vorhandenen Entwicklungsstadium der Thiere die Epithelzellen wahrscheinlich noch nicht sichtbar gewesen sein.

In der Umgebung des Nervenhügels der Crista acustica und der Macula acustica treten nach M. Schultze und C. Hasse bei den verschiedenen Thierklassen theils sternförmige, theils pigmentirte Zellenformen auf, welche zwischen den einfachen Cylinderzellen der abhängigen Umgebung der Nervenhügel angebracht sind, über deren specielle Anordnung in den schönen Abhandlungen der beiden Autoren Genaueres zu finden ist.

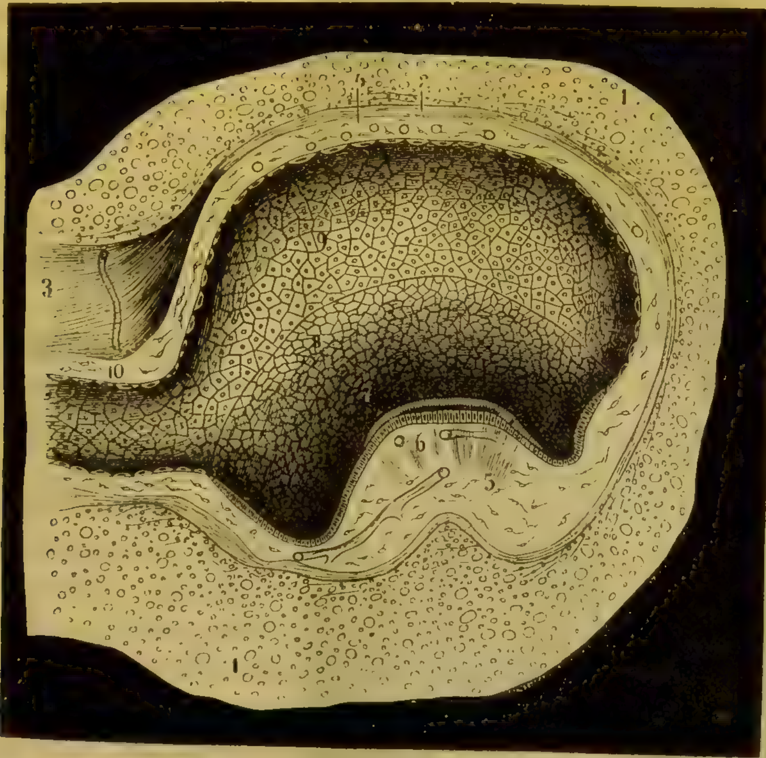


Fig. 314. Längsschnitt der Ampulle vom Vogel. 1. Knochenwand. 2. Beinhaut. 3. Freier Raum zwischen dem knöchernen und häutigen Kanal. 4. Ampullendach an den Knochen angrenzend. 5. Verdickte Crista acustica. 6. Nervenfasern in derselben. 7. Cylindrische Bodenzellen in der Umgebung des Nervenhügels. 8. Grenzmarke zwischen Cylinder- und Pflasterzellen. 9. Plattenepithel. 10. Uebergang der Ampulle in den häutigen Kanal.

Was die Hörhaare anlangt, so haben wir zuerst Mittheilung über die Existenz von Flimmerzellen in dem häutigen Labyrinth durch Ecker, Reich und Leydig erhalten. Die wahre Natur der Hörhaare lernten wir jedoch erst durch M. Schultze kennen. Dieser Forscher hat den Nachweis geliefert, dass dieselben starre, allmählich dünner werdende, lange Fasern darstellen, welche mit einer breiteren Basis an das Nervenepithel grenzen und mit dem feinen spitzen Ende von der Endolymphe umspült werden, wenn nicht, was ich vermuthe, eine eigenartig organisirte Kappe die Hörhaare deckt. Jenes Ge-

bilde, welches Leydig in der Ampulle der Taube beobachtet und abgebildet hat, halte ich mit M. Schultze für den im Zusammenhang losgelösten Epithelbeleg der Crista acustica und ihrer Umgebung. Bei den Fischen und Vögeln habe ich aber noch eine besondere feinzellige, zarte Bildung beobachtet, welche entsprechend der Stelle der Ampullenleiste angebracht ist, wo die Hörhaare ihren Sitz haben und über deren genaueres Verhalten ich bis jetzt keine befriedigende Einsicht erlangen konnte.

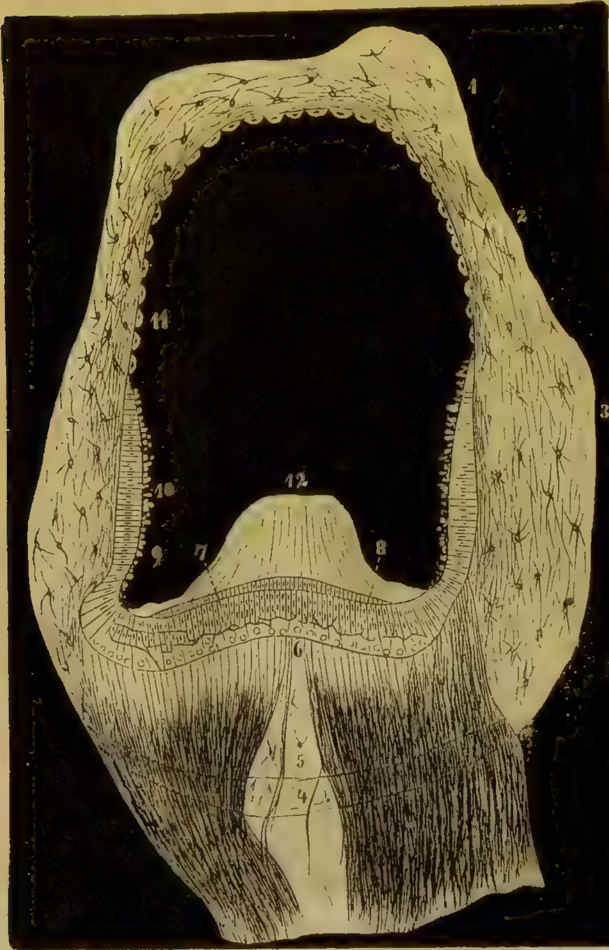


Fig. 315. Ampullenquerschnitt von Cyprinus carpio. 1. Ampullendach. 2. Seitenwand der Ampulle. 3. Verdickte Stelle der Seitenwand dem Planum semilunare entsprechend. 4. 5. 6. Ampullenboden verdickt mit den Nerven. 7. Nervenepithel. 8. Cylinderzellen. 9. Planum semilunare. 10. Die dem Epithel aufsitzenden strukturlosen Gebilde. 11. Plattenepithel. 12. Cupula terminalis.

Die Länge der Hörhaare beträgt nach M. Schultze beim Rochen 0,04‴ P. Sie stehen in bestimmten Abständen von einander und ändern Form und Aussehen sehr rasch auf Zusatz verschiedener Reagentien. Ich habe sowohl bei den Säugethieren, als auch bei den Fischen und Fröschen den Basaltheil der Hörhaare, selbst bei der vorsichtigsten Behandlungsweise, etwas dicker gefunden, als ihn Schultze beschreibt und abbildet.

Ein Unterschied in dem Verlauf der Nerven in der nur wenig verdickten Tunica propria der Maculae acusticae der Säckchen ist, wie schon Henle angibt, darin gegeben, dass der gerade lineare Verlauf nicht so vorhanden ist, wie in der Ampullenleiste. Im Uebrigen ist zwischen Nerv und Epithel dasselbe histologische Verhalten zu erkennen, wie in der Ampulle.

Besonders in die Augen fallend sind die blasigen, strukturlosen Gebilde, welche sowohl an den Hörhaaren der Crista acustica, als auch an dem Planum semilunare dichtgedrängt auf dem Epithel auftreten. Am schönsten habe ich sie an Osmiumsäure-Präparaten von Cyprinus beobachtet. Hier stellen sie einen unebenen Saum an der Innenfläche des Epithels in seiner ganzen Ausdehnung dar (s. Fig. 315).

Bei diesen Fischen scheinen unter gewissen Bedingungen die Hörhaare durch einen Klebestoff zusammengehalten zu werden, denn man beobachtet mitunter hier auf dem Epithelsaum der Ampullenleiste einen regelmässig gebildeten konischen Vorsprung (Cupula terminalis) (Fig. 315), welcher an einigen meiner Präparate mehr als zwei Drittel des Ampullenraumes einnimmt. Er hat eine lichte streifige Beschaffenheit und es laufen die Streifen von der Basis nach der Spitze des Conus zusammen. Die Streifen scheinen jedoch nicht alle Stellen des Hügels zu durchsetzen, denn bei einer Einstellung auf dessen Centrum tritt eine fein granulirte Substanz auf. Einigemal glaubte ich eine Kappe aus zarten Zellen gebildet auf ihm beobachtet zu haben. Lang hat bei den Cyprinoiden die Existenz der Hörhaare geleugnet und an deren Stelle den Hügel als Endapparat der Ampullenleiste beschrieben. Ich glaube vor der Hand in ihm die mit einander verklebten Hörhaare zu erkennen. Immerhin erfordert diese Anordnung noch eingehendere Prüfungen.

Schliesslich muss noch zweier Einrichtungen an den Säckchen Erwähnung geschehen, nämlich:

1) des Aquaeductus vestibuli und
2) des Canalis reuniens.

Auf den ersteren hat Böttcher wieder von Neuem die Aufmerksamkeit gelenkt. Man kennt schon lange jenen Fortsatz, welcher in dem sogenannten Aquaeductus vestibuli von der hinteren Fläche der Pars petrosa nach dem Vorhofe gelangt, und der als Wasserleitung des Vorhofes von alten Zeiten her beschrieben wurde. Böttcher hat in diesem Fortsatz einen epithelialen Kanal erkannt, welcher von einem kernehaltigen Bindegewebe umgeben und an seiner unebenen Innenfläche von einem gefässhaltigen (?) Plattenepithel ausgekleidet ist, das grosse Aehnlichkeit mit der Stria vascularis des Schneckenkanales zeigt. Der im Aquaeductus liegende einfache Kanal endet an der hinteren Fläche der Pars petrosa mit einer blinden Erweiterung und theilt sich in der Nähe der Säckchen in zwei hohle Schenkel, von denen der eine in den Sacculus rotundus, der andere in den Utriculus übergeht. Die Hohlräume der beiden Säckchen erscheinen dadurch in gegenseitige Communication gesetzt. Auf dem Querschnitt des Aquaeductus vestibuli habe ich an einer Stelle seiner Wand ein ziemlich starkes Gefässconvolut beobachtet, so dass Hyrtl's Angabe, derselbe sei auch zur Aufnahme von Venen bestimmt, aufrecht erhalten werden muss.

Der Canalis reuniens beschränkt sich nur auf das runde Säckchen. Derselbe wurde von Hensen entdeckt, von Reichert, Henle und mir bestätigt. Er ist mit dem Periost verbunden und unterscheidet sich histologisch von der Säckchenwand nur durch seine feinere Beschaffenheit. Das Kanälchen setzt das runde Säckchen mit dem Ductus cochlearis in Communication, so

dass dasselbe das blinde Vorhofsende der wichtigsten Schneckenabtheilung des Labyrinthes darstellt, gleichwie der Utriculus das blinde Vorhofsende des häutigen Labyrinthes bildet.

5. Otolithen.

Die in der eiweisshaltigen Endolymphe des häutigen Labyrinthes eingeschlossenen Otolithen sind bei den verschiedenen Thieren durch Consistenz, Grösse und Form mannigfach verschieden. Sie werden durch eine helle, zähe Substanz ziemlich fest zusammengehalten. Bei den Reptilien und Knochenfischen erlangen die zierlich geformten Hörsteine eine ansehnliche Grösse, während sie bei den Vögeln, Säugethieren und dem Menschen in amorphem oder krystallisirtem Zustand als rhombische, sechsseitige oder oktaedrische kleine Krystalle vorkommen. Man beobachtet aber auch bei einem und demselben Thiere Otolithen von verschiedener Grösse und Gestalt.

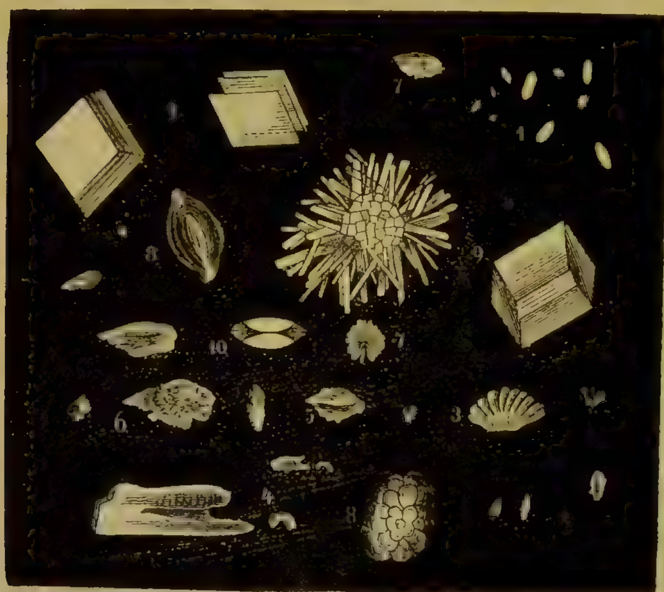


Fig. 316. Otolithen verschiedener Thierklassen. 1. O. von der Ziege; 2. vom Häring; 3. vom Seeteufel; 4. von Makrele; 5. von Pterois volitans (nach Breschet); 6. vom Hecht; 7. von Cyprinus carpio; 8. von der Roche (nach Leydig): 9. von Scymnus lichia (nach Leydig); 10. vom Auerhahn (nach Leydig).

In den schönsten Formen treten drei oder auch vier Otolithen bei den Knochenfischen auf, wo sie in den Säckchen sowohl, als auch in den Ampullen fixirt sind. Bei dem Menschen und den Säugethieren erzeugen sie weisse Flecke an den Maculae acusticae, und sowohl hier, als bei den übrigen Thieren sind sie durch eine zähe, gallertartige Substanz festgehalten, welche Lang bei den Cyprinoiden als eigene gefensterte Membran (eine Cuticularbildung nach Kölliker) beschrieben hat.

Auch Deiters und Hasse geben an, dass eine gefensterte Cuticularbildung an der Innenfläche der cylindrischen Epithelzellen im Steinsack des Frosches aufliege, wodurch ihre Berührung mit dem Otolithen gehindert werde. Ich habe dieses Fixirungsmittel des Hörsteines beim Frosche sehr schön an Durchschnitten durch das Gehörorgan in situ gesehen. Die Otolithen sind wesentlich aus kohlensaurem Kalk gebildet, aber es soll nach Henle bei Behandlung mit Säuren ein Rückstand bleiben, welcher aus organischer Substanz (Otolithenknorpel) besteht. Leydig hat an den Otolithen des Auerhahnes die Beobachtung gemacht, dass nach Behandlung derselben mit doppeltchromsaurem Kali

an den beiden Polen eine eigenthümliche Zeichnung entsteht, welche spitzig zulaufend sich ins Innere hineinzieht. (s. Fig. 316. 10.)

Erwähnt muss noch werden, dass beim Menschen und den Vögeln auch in den häutigen Bogengängen, besonders in dem horizontalen und nach Hyrtl in dem Serum der Schneckengänge, Otolithen in grosser Anzahl beobachtet werden, selbst dann, wenn der Vorhof unversehrt erhalten blieb. Man kann in diesem Falle wohl nicht annehmen, dass dieselben von dem Utriculus aus in die Gänge gelangt seien.

6. Das ovale Fenster und seine Verbindung mit der Basis des Steigbügels.

Die Mehrzahl der Schriftsteller beschreibt die Einfügung der Basis des Steigbügels in das ovale Fenster als sehr einfach, während ich eine ziemlich complicirte Einrichtung finde, und es hat auch schon Sömmering [1]) darauf hingewiesen, indem er sagt: »dass die Basis des Steigbügels im halbovalen Fenster durch ein zartes Gelenkkapselchen befestigt sei.« Ob nun aber Sömmering mit dem Namen Gelenkkapselchen auch eine gelenkige Verbindung, oder nur eine Faserlamelle, die einer fibrösen Gelenkkapsel ähnlich sei, bezeichnen wollte, ist aus der kurzen Notiz nicht zu entnehmen. Mehrere Schriftsteller sprechen von einer einfachen Faserverbindung, welche sie als Lig. orbiculare baseos stapedis aufführen.

Dem thätigen Engländer Toynbee war es vorbehalten, eine genauere Beschreibung der Vereinigung der Steigbügelfussplatte mit dem ovalen Fenster zu liefern.

Von Toynbee [2]) wurde zuerst auf die in physiologischer Hinsicht sicherlich wichtige Formverschiedenheit zwischen dem vorderen und hinteren Rande der Basis des Steigbügels aufmerksam gemacht, sowie auch von demselben Autor zuerst der hyaline Knorpel am ovalen Fenster und der Steigbügelbasis beschrieben wurde.

Wenn man an einem gelungenen Horizontalschnitt das vordere mit dem hinteren Ende der Basis des Steigbügels vergleicht, so ergibt sich neben der Dickenzunahme an diesen Stellen, dass hinten die ziemlich hohe Contaktfläche einen fast rechten Winkel zur Vestibularfläche der Fussplatte bildet, und dass die Fussplatte sich gegen den hinteren Steigbügelschenkel in Form eines Vorsprunges absetzt (s. Fig. 317). Die Contaktfläche an der vorderen Umrandung der Fussplatte ist etwas niedriger, als die hintere, und erscheint spitzwinkelig zu ihrer Vestibularfläche gestellt, wie denn das ganze vordere Ende, welches den entsprechenden Schenkel überragt, etwas länger erscheint, als das hintere, und es ist wohl annehmbar, dass durch die schiefe Fläche und

1) Vom Bau des menschlichen Körpers. Frankfurt 1796. Th. II. Seite 12.

2) British and foreign Medico-chirurgical Review 1853.

die grössere Länge des vorderen Randes der Fussplatte dem Zug des willkürlichen Musc. stapedius ein gewisser Widerstand entgegengesetzt wird.

Die erwähnten ziemlich dicken Ränder der Steigbügelbasis sind von einer hyalinen Knorpellamelle belegt, welche auf dem Querschnitt einen Durchmesser zeigt, der zwischen 0,012 — 0,024 Mm. variirt. In die unebene Knochenfläche senkt sich die hyaline Knorpelsubstanz ein, um auch hier, wie bei den übrigen Knochenverbindungen des Körpers eine Congruenz der Flächen zu vermitteln. Aber nicht nur der vordere und hintere Rand der Steigbügelfussplatte ist mit diesem Knorpel belegt, sondern die ganze Vestibularfläche des Steigbügels wird von demselben überzogen. Gedeckt ist der Knorpel an letztgenannter Stelle durch ein kernehaltiges Fasergewebe, dem Perichondrium, welches der Auskleidung des Vorhofes angehört. Die homogene Grundsubstanz des Knorpels unterscheidet sich von dem angrenzenden Knochengewebe durch ihre gelbliche Färbung, und die rundlichen Knorpelzellen treten an Imbibitionspräparaten durch die intensive Färbung ihrer Kerne in der mehr farblos bleibenden Grundsubstanz sehr deutlich hervor.

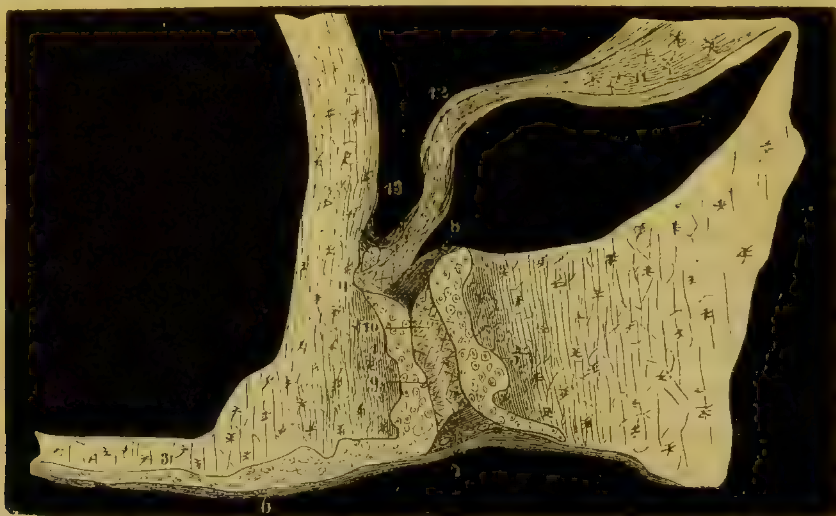


Fig. 317. Horizontaldurchschnitt durch die Steigbügelbasis in Verbindung mit dem hinteren Rande des ovalen Fensters. 1. Knochenrand der Basis mit dem hyalinen Knorpelbeleg. 3. Dünne Knochenlamelle der Basis. 4. Winkel zwischen dem Steigbügelschenkel und dem prominirenden Rand der Basis. 5. Hinterer Rand des ovalen Fensters mit dem hyalinen Knorpelbeleg. 6. Knorpel an der Vestibularfläche der Basis mit dem Perichondrium. 7. Ligamentum baseos stapedis vestibulare. 8. Lig. baseos stapedis tympanicum. 9. Elastische Faserlage. 10. Lücken zwischen denselben. 11. Knochenleiste. 12. und 13. Musc. fixator baseos stapedis.

In der Mitte der Vestibularfläche der Steigbügelbasis ändert sich die Form der Knorpelzellen, indem sie eine längliche Gestalt annehmen und alle mit dem längsten Durchmesser in sagittaler Richtung stehen.

Auch die Umrandung des ovalen Fensters ist mit einem hyalinen Knorpelbeleg versehen. Derselbe hat am hinteren Rande die gleiche Stärke, wie jener an der ihm zugekehrten Steigbügelfläche, vorn aber misst er 0,040 — 0,048 Mm. Gegen die Paukenhöhle hin ist dieser Knorpel

schärfer abgegrenzt, als im Vorhofe, wo er über die Grenze des ovalen Fensters hinausgeht und dünn zulaufend die Vorhofsfläche eine Strecke weit ebnet.

An den hyalinen Knorpel grenzt sowohl am ovalen Fenster, als auch am Rande der Steigbügelfussplatte eine gleich starke, wesentlich elastische Faserlage, welche sehr dicht ist und durch ihre starke Färbung an Imbibitionspräparaten in die Augen fällt. Ihre Fasern laufen von den Knorpeln aus gegen einander und an jener Stelle, wo beide sich berühren, wird durch netzartige Vereinigung der Gewebsbündel ein Lückensystem erzeugt, welches mit Flüssigkeit gefüllt ist. Gegen den Vorhof und die



Fig. 318. Horizontalschnitt durch den vorderen Rand der Steigbügelbasis in Verbindung mit dem ovalen Fenster. 1. Spitzwinkeliger Rand der Basis mit dem Knorpel. 2. Fussplatte. 3. Vorderer Schenkel. 4. Rand des ovalen Fensters mit dem hyalinen Knorpel. 5. Ligamentum baseos stapedis tympanicum. 6. Lig. baseos stapedis vestibulare. 7. Elastische Faserlage am ovalen Fenster. 8. Dieselbe an der Basis des Steigbügels. 9. Lückensystem im Centrum der Faserlage. Die beiden Bänder an der Basis sind an den Präparaten nicht so scharf abgesetzt, als an beistehender Zeichnung.

Paukenhöhle hin geht das elastische dichte Gewebe von einem Knorpel zum anderen und bildet ein Lig. orbiculare baseos stapedis vestibulare und in der Paukenhöhle ein schwächeres Lig. orbiculare baseos stapedis tympanicum. Das letztere steht mit der Paukenhöhlenschleimhaut in Zusammenhang, ohne jedoch so scharf von seiner Umgebung abgegrenzt zu sein, wie in der Fig. 318 dargestellt ist.

An dem oberen und unteren Rande der Basis des Steigbügels ändert die Verbindung dadurch ihren Charakter, dass die etwas nach der Paukenhöhle aufgeworfene gleich dicke Einfassung der Basis etwas kleinere Contaktflächen besitzt, als die beschriebenen am vorderen und hinteren Ende. Aber auch hier sind Knorpelbelege vorhanden, welche sich gegen die Mitte der Vestibularfläche der Basis etwas verstärken. Mit dem Knorpelbeleg am ovalen Fenster

findet die Vereinigung durch eine elastische Faserlage statt, in deren Centrum die mit einander communicirenden Lücken spärlicher auftreten, als in der des vorderen und hinteren Randes.

Die Verbindung des Steigbügels mit dem ovalen Fenster ist somit weder eine reine Syndesmosis noch eine Synchondrosis, sondern es liegt eine Form der Verbindung vor, welche, wollte man dieselbe in das Schema der verschiedenen Arten der Knochenverbindung einreihen, sich zunächst an die sog. Halbgelenke anschliesst. Sie unterscheidet sich nur dadurch von den Halbgelenken, dass eine grössere Anzahl von miteinander communicirenden Hohlräumen vorhanden ist, während die Halbgelenke durch eine unregelmässig abgegrenzte Höhlenbildung charakterisirt sind.

Wenn man ganz absieht von der Benennung dieser Verbindung, so geht zunächst aus unserer Darstellung hervor, dass die Steigbügelfussplatte im ovalen Fenster eigenartig eingefügt ist, eine Thatsache, welche schon Helmholtz experimentell festgestellt hat. Von Helmholtz wurde der Nachweis geliefert, dass die Beweglichkeit der Steigbügelbasis eine sehr geringe ist, indem die grössten Werthe für die Excursionen des Steigbügels $^1/_{18}$ — $^1/_{24}$ Mm. betragen. Nach den früheren Darstellungen der Verbindung des Steigbügels mit dem ovalen Fenster musste eine grössere Beweglichkeit angenommen werden. Die Durchmesser des knöchernen ovalen Fensters werden aber in allen Richtungen durch die elastischen Kissen, den hyalinen Knorpel, soweit verkleinert, dass die überknorpelte Steigbügelbasis mit ihren ziemlich breiten Contactflächen hineinpasst und somit wenig Spielraum für ihre Bewegung übrig bleibt.

Einer bisher übersehenen Anordnung an der Paukenhöhlenfläche der Basis des Steigbügels habe ich noch zu gedenken, welche ich nach den mir bis jetzt vorliegenden Beobachtungen für einen vegetativen Muskel, Musc. fixator baseos stapedis, halten möchte.

Einen Millimeter entfernt vom ovalen Fenster entspringt an dessen hinterer und oberer Umrandung in der Paukenhöhle ein dünnes Knochenleistchen, welches auf dem Querdurchschnitt einen Durchmesser von 0,080 Mm. besitzt. Dasselbe erscheint an Flächenansichten als schwache, bogenförmige Leiste von S förmiger Krümmung und endet mit einer stumpfen Spitze, welche dem prominirenden Rande der Steigbügelbasis gegenüber steht. Seine Bedeutung konnte nur an Querdurchschnitten erkannt werden. Die Schleimhaut steht zu diesem Knochenleistchen in ähnlicher Beziehung wie zu jedem anderen Gebilde, das in die Paukenhöhle vorspringt.

Als directe Fortsetzung dieser Knochenleiste tritt ein gelblich gefärbtes, festes Gewebe auf, welches sich im Winkel zwischen dem Steigbügelschenkel und dem etwas abstehenden Theil der Fussplatte befestigt. Dieses Gewebe steht aber nicht nur mit dem Knochen, sondern auch mit dem Knorpelbeleg in Zusammenhang (s. Fig. 317).

Schon an imbibirten Querdurchschnitten sieht man längliche, gefärbte

Streifen, welche an isolirten Präparaten als spindelförmige Zellen sich darstellen, die ich zur Zeit nur als contractile Faserzellen deuten kann.

Dieser Fixator baseos stapedis beschränkt sich nicht nur auf das hintere Ende der Basis des Steigbügels, obschon er hier am stärksten ist, sondern er setzt sich gegen den oberen Rand hin fort und kann zufolge seiner Zugrichtung als Antagonist des willkürlichen Musc. stapedius aufgefasst werden; denn er fixirt die Basis an jener Stelle, welche durch die einseitige Wirkung des Musc. stapedius gegen den Vorhof gedrängt wird.

Literatur.

Scarpa, A., Anatomicae disquisitiones de auditu et olfactu. Ticini 1789.

E. H. Weber, De aure et auditu hominis et animalium. Lipsiae 1820.

Breschet, G., Recherches anatomiques et physiologiques sur l'organ de l'ouie des poissons. Paris 1838.

Steifensand, Karl, Untersuchungen über die Ampullen des Gehörorganes. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1835. Seite 171.

Ecker, A., Ueber Flimmerbewegung im Gehörorgan von Petromyzon marinus. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1844.

Hyrtl, Vergleichend anatomische Untersuchungen über das innere Gehörorgan. Prag 1845.

Reich, H., Ueber den feineren Bau des Gehörorganes von Petromyzon und Ammocoetes. In Ecker's Untersuchungen zur Ichthyologie. 1857.

Leydig, F., Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. 1857.

M. Schultze, Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth. J. Müller's Archiv für Anatomie und Physiologie. 1858.

Reichert, Beitrag zur feineren Anatomie der Gehörschnecke. Berlin 1864.

Voltolini, Virchow's Archiv für pathologische Anatomie. Band XXII, XXVII und XXXI.

Rüdinger, Ueber das runde Säckchen. Sitzungsberichte der k. b. Academie der Wissensch. zu München. Jahrgang 1863. Bd. II. S. 55.

—, Ueber die Zotten in den häutigen halbc. Canälen. Archiv für Ohrenheilkunde. Bd. II.

—, Ueber das häutige Labyrinth im menschlichen Ohre. Aerztliches Intelligenzblatt. Juni 1866.

—, Vergleichend anatomische Studien über das häutige Labyrinth. Monatsschrift für Ohrenheilkunde. No. 2. 1867.

Kölliker, A. Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1867.

Lucae, A., Ueber eigenthümliche Gebilde in den häutigen Canälen. Virchow's Archiv. Bd. XXXV.

Deiters, O., Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Archiv für Anatomie und Phys., von Reichert und E. du Bois-Reymond. 1862.

Schulze, Franz Eilhard, Zur Kenntniss der Endigungsweise des Hörnerven bei Fischen und Amphibien. Archiv für Anatomie und Physiologie, von Reichert u. du Bois-Reymond. 1862.

Hartmann, R., Die Endigungsweise des Gehörnerven im Labyrinthe der Knochenfische. Ebenda 1862.

Lang, Gustav, Das Gehörorgan der Cyprinoiden, mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendapparate. v. Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wiss. Zoologie. 1863.

Hensen, V., Studien über das Gehörorgan der Decapoden. v. Siebold und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. 1863.

Henle, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841.

—, Handbuch der systematischen Anatomie. 1866.

Odenius, M. V., Ueber das Epithel der Maculae acusticae beim Menschen. Archiv für mikroskopische Anatomie. 1867.

Hasse, C., Der Bogenapparat der Vögel. v. Siebold und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XVII. Heft 4.

——, Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische, der Frösche und die Histologie des Steinsackes der Frösche. Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XVIII.

v. Grimm, O., Der Bogenapparat der Katze. Bulletin de l'académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. 1869.

Böttcher, Ueber den Aquaeductus vestibuli. du Bois-Reymond und Reichert's Archiv. 1869.

IV.

Hörnerv und Schnecke.

Von

W. Waldeyer.

Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Uebersicht.

Während der im vorigen Capitel behandelte Bogenapparat (Utriculus und Bogengänge) schon bei der Mehrzahl der Fische in vollkommener Entwickelung sich vorfindet, ist die zweite Abtheilung des häutigen Gehörlabyrinthes, der Schneckenapparat, in seiner wesentlichen Ausbildung erst ein Attribut der höheren Wirbelthierklassen. Der Schneckenapparat umfasst den Sacculus, der sich in seinem histologischen Verhalten mehr an den Utriculus anschliesst (s. d. vor. Cap.), und einen vom Sacculus ausgehenden blind endenden Gang, den Ductus cochlearis.

Die erste Spur eines ductus cochlearis zeigen die Knochenfische, bei denen nach Hasse's (25) überzeugender Darstellung eine kleine Ausbuchtung des Sacculus (Fig. 319 *I C*), die von Breschet (5) sogenannte Cysticula, als Schneckenrudiment anzusprechen ist.

Bei den Amphibien können schon mehrere Abtheilungen des Sacculus als zur Schnecke gehörig unterschieden werden, doch erheben sich diese mit Ausnahme einer kleinen, mehr selbständig vortretenden Ausbuchtung, welche der Cysticula der Fische und der Lagena der Vögel entspricht, kaum über die Wand des Sacculus (Steinsackes); sie stellen vielmehr einzelne, mit besonderen Nervenendigungen versehene Verdickungen der Sackwand dar (Deiters (15), Hasse (24)).

Eine weitere Ausbildung des Schneckenapparates zeigen die Reptilien und die Vögel. Bei den ersteren treten bereits sämmtliche Abtheilungen der Schnecke in Gestalt eines kegelförmigen Anhanges über das Niveau des Sacculus hervor, besonders bei den Krokodilen, welche in dieser Beziehung den Vögeln am meisten sich nähern. Bei den letzteren sind, wie es Hasse wahr-

scheinlich gemacht hat (Ztschr. f. wiss. Zool. Bd. 17. p. 631), Sacculus und Utriculus zu einem Alveus communis verschmolzen (Fig. 319 *II US*); der

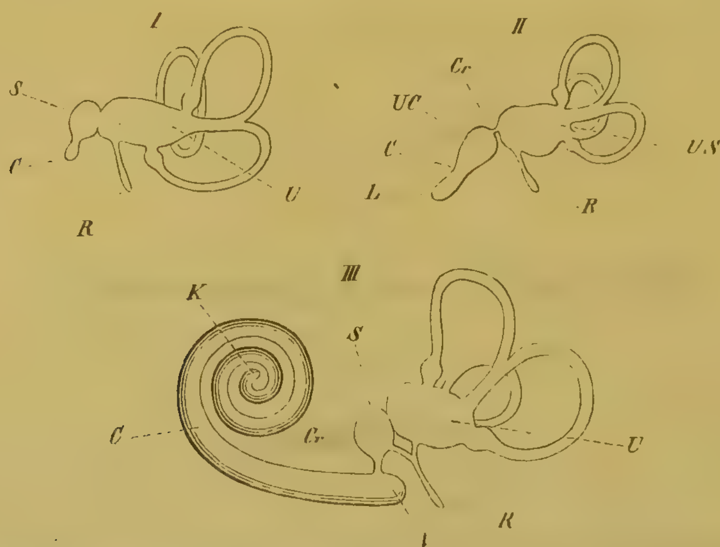


Fig. 319. Drei schematische Zeichnungen zur Erläuterung der Verhältnisse des Gehörlabyrinthes in der Wirbelthierreihe. I) Schema des Fischlabyrinthes. *U.* Utriculus mit Bogengängen. *S.* Sacculus. *C.* Cysticula. *R.* Aquaeductus vestibuli. II) Schema des Vogellabyrinthes. *US.* Alveus communis. *C.* Cochlea. *UC* Anfangstheil der Schnecke. *L.* Lagena. *Cr.* Canalis reuniens. *R.* wie vorhin. III) Schema des Säugethierlabyrinthes. *U. S. Cr.* wie vorhin. *R.* Aquaeductus vestibuli sich in zwei Schenkel für Utriculus und Sacculus spaltend. *C.* Ductus cochlearis mit *V*, dem Vorhofsblindsacke und *K*, dem Kuppelblindsacke.

Schneckengang (*C*) ist bedeutend verlängert und lässt mehrere Abtheilungen, den Anfangstheil oder die eigentliche Schnecke (*UC*) und den flaschenförmigen Endabschnitt, die Lagena (*L*) (Windischmann), unterscheiden. Hier beginnt auch schon die erste Andeutung einer spiraligen Aufwindung des Schneckenganges. Die Communication des letzteren mit dem Alveus wird durch einen engen Gang, den Canalis reuniens (Hensen), vermittelt, der nach den Erfahrungen von Hasse bei ausgewachsenen Vögeln häufig zu obliteriren scheint — wenigstens fand sich an dessen Stelle zuweilen nur ein kleines Gefäss.

Fig. 319 III stellt das Schema eines Säugethierlabyrinthes dar; Bogenapparat und Schneckentheil communiciren nur durch Vermittelung des Aquaeductus vestibuli (*R*) (s. d. vor. Capitel) miteinander (Böttcher) ([3]). Der Ductus cochlearis (*C*) hat sich ausserordentlich entwickelt und bildet die Hauptmasse des Labyrinthes; auch hat er sich vom Sacculus, wie schon bei den Vögeln, fast vollkommen emancipirt und steht nur durch den engen Canalis reuniens (*Cr*) mit demselben in Verbindung. Der Canalis reuniens geht von der vestibulären Wand des Ductus, der Membrana Reissneri (s. w. u.), aus; er mündet unter einem fast rechten Winkel in den Schneckengang, so dass jenseits noch ein kleiner Blindsack, der Vorhofsblindsack (Reichert) (*V*), angehängt erscheint. Das andere Ende des Ganges endet ebenfalls blind,

Kuppelblindsack (Reichert) (*K*). Canalis reuniens und beide Blindsäcke sind nur von einem kurzcylindrischen Epithel ausgekleidet und erhalten keine Fasern vom N. acusticus. Der Schneckengang, der eigentlich erst hier seinen Namen verdient, ist um eine knöcherne Axe, den Modiolus, spiralig aufge-

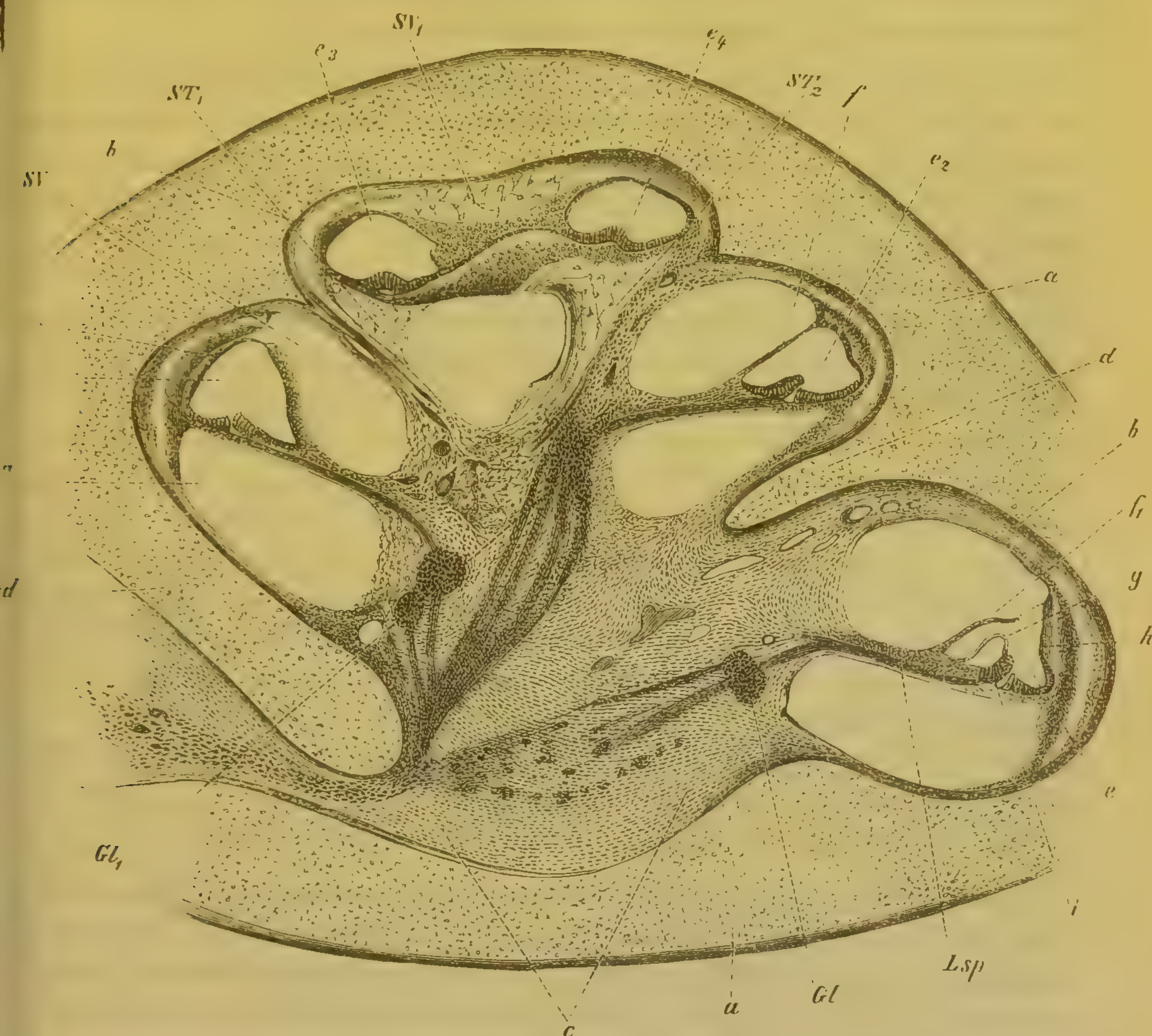


Fig. 320. Durchschnitt der Gehörschnecke eines viermonatlichen menschl. Embryo. $^{30}/_1$. *a, a. a.* Knorpeliges Schneckengehäuse. b, b. Perichondrium. c. Schleimgewebige Grundlage des Modiolus. *d, d.* Knorpelige Septa der einzelnen Schneckenwindungen. e-e_4. Durchschnitte des Ductus cochlearis. f, f_1 Reissner'sche Membran. *g.* Membrana tectoria etwas von ihrer Unterlage abgehoben. *h.* Anlage der Stria vascularis. *i.* Anlage des spateren Corti'schen Organes. *Lsp.* Lamina spiralis. Gl, Gl_1. Ganglion spirale mit verschiedenen ab- und zutretenden Nervenbündeln. *ST.*, Scala tympani. *SV.*, Scala vestibuli. ST_1, SV_1, ST_2. Schleimgewebe an Stelle der späteren Treppen in der letzten Schneckenwindung.

wunden. Die Zahl der Windungen wechselt bei den verschiedenen Gattungen von $1^1/_2$ bis zu 5; sie liegen bald mehr in einer Ebene wie beim Gehäuse von Planorbis (Cetaceen), bald steigen sie steil an dem Modiolus hinauf wie bei einer Clausilia (Meerschweinchen) — flach- und steilgewundene Schnecken —.

Indem ich für den Sacculus auf das vorhergehende Capitel verweise, halte ich es mit Rücksicht auf den etwas verwickelten Bau der Schnecke für zweckmässig, der histologischen Schilderung eine kurze Darstellung des knöchernen Gehäuses und der Situation des Ductus cochlearis, verbunden mit einer Skizze der Entwickelung dieser Theile, voraufzuschicken. Ich beginne mit der Schnecke der Säugethiere und des Menschen.

Der Medianschnitt durch die Axe des menschlichen Schneckengehäuses Fig. 320 zeigt uns einen in die harte Masse des Felsenbeines eingelassenen röhrenförmigen Kanal, der in immer enger werdenden Windungen die knöcherne, sich zur Spitze hin ebenfalls stetig verjüngende Axe umkreist, um oben in der sogenannten Kuppel blind zu enden. Dieser Kanal ist seiner ganzen Länge nach von einer theils knöchernen, theils häutigen Scheidewand durchsetzt, der Lamina spiralis, welche nach aussen den Ductus cochlearis trägt, indem sie sich gleichsam in zwei der knöchernen Schneckenwand adhärirende Blätter spaltet (Fig. 320 *Lsp.*). So wird der knöcherne Schneckenkanal durch den Ductus cochlearis und seine beiden Anheftungen, die knöcherne an den Modiolus und die häutige an die Aussenwand, in zwei Kammern, die Scala tympani (*ST*) und die Scala vestibuli (*SV*), geschieden, die nur in der Schneckenkuppel durch eine feine Oeffnung, Breschets Helikotrema, mit einander communiciren. Die Scala tympani endet, durch die Membran des runden Fensters von der Paukenhöhle abgeschlossen, blind; die Scala vestibuli anastomosirt direct mit dem perilymphatischen Raume der Vorhofssäckchen. — Die Lagerung des Ductus im Schneckengehäuse entspricht also der der Bogengänge und Säckchen im übrigen Labyrinthe (s. d. vor. Cap.). Derselbe ist, wie diese, excentrisch an der äusseren Kanalwand befestigt, und zwar von zwei Seiten her.

Die (mit Bezug auf die Axe) mediale Befestigungsplatte, welche gleichzeitig die Nerven zuträgt, ist hier sehr lang ausgezogen und verknöchert (Lamina spiralis ossea); die laterale, vorzugsweise Gefässe führende Anheftungsplatte (Fig. 320 das Bindegewebe zwischen *h* und *b*; Fig. 321 u. 322 *ee.*) bildet ein auf dem Durchschnitte halbmondförmiges dickes Bindegewebspolster, Ligamentum spirale Kölliker, s. w. u.

Der Ductus cochlearis (Fig. 320 $e-e_4$, Fig. 321 und 322 *D.C.*) stellt beim Erwachsenen einen im Querschnitt dreiseitigen, kanalartigen Raum vor, der rings von einer bindegewebigen Membrana propria umschlossen wird: tympanalwärts von der mit der Crista spiralis (*R*-*Cr*. Fig. 321 und 322) im Sulcus spiralis internus (*S. sp. i.*) vereinigten Membrana basilaris (*f*-*L. Sp.*) — die ganze tympanale Wand ist zwischen den Buchstaben *R* und *L. Sp.* begriffen —, vestibularwärts von der Reissner'schen Membran (*f*, f_1 Fig. 320, $R-R_1$ Fig. 321), lateralwärts von einer gefässreichen Bindegewebslage, welche mittelst des erwähnten halbmondförmigen Bindegewebspolsters in das Schneckenperiost übergeht (*ee* Fig. 321 und 322). Nach innen

stossen Membrana Reissneri und Crista spiralis unter einem mehr oder minder spitzen Winkel zusammen.

Wir werden im Nachfolgenden die nach dem Modiolus der Schnecke blickenden Flächen als »innere« (mediale), die der Aussenwand des knöchernen Schneckenkanales zugekehrten als »äussere« (laterale) bezeichnen. Alles, was in der Richtung von der Axe zur Aussenwand verläuft, nennen wir »radial«, den dem Gange der Schneckenwindungen folgenden Verlauf dagegen »spiral« (Henle). Endlich sollen als »vestibular« bez. »tympanal« diejenigen Flächen eingeführt werden, welche nach der Vorhofstreppe, bez. der Paukentreppe hingewendet sind.[1]

Die Entwickelung der Schnecke anlangend, die ich hier mit ein paar Worten berühren muss, so sind schon bei 8–10 wöchentlichen menschlichen Embryonen in der Gegend der späteren pars petrosa des Schläfenbeines drei verschiedene Gewebsbestandtheile deutlich zu unterscheiden: zu äusserst eine knorpelige Masse, welche um diese Zeit mit der übrigen knorpeligen Schädelbasis continuirlich zusammenhängt; dann, umschlossen von dem Knorpel, ein ansehnlicher Ballen embryonalen Schleimgewebes, in welches wieder das epitheliale Labyrinthbläschen eingebettet ist. Aus demjenigen Theile des letzteren, welcher später dem Sacculus entspricht, wächst beim Menschen schon vor der 8ten Woche ein epithelialer Hohlsprossen hervor, welcher allmählich immer weiter in das Schleimgewebe eindringt und, genöthigt durch die umgebende festere Kapsel, sich dabei in seinem weichen Bette spiralig aufdreht. An einer Stelle ist die Knorpelkapsel nicht geschlossen und hier tritt der ramus cochlearis des Hörnerven heran. Bei dreimonatlichen menschlichen Embryonen zeigt der epitheliale Hohlsprossen, die Anlage des Ductus cochlearis, schon seine sämmtlichen Windungen; bei viermonatlichen Früchten beginnt die Ausbildung der Treppengänge sowie der im Ductus selbst enthaltenen Theile (Fig. 320).

Die ersteren entstehen durch Verflüssigung des Schleimgewebes zu beiden Seiten des Ductus cochlearis (s. Fig. 320, wo dasselbe in der letzten Windung noch erhalten ist), während es zwischen je zwei Windungen als trennende Wand, an deren Bildung jedoch auch ein Theil der knorpeligen Kapsel (*d* Fig. 320) theilnimmt, verknöchert. Ferner bleibt ein vom Ductus ausgehender, zur schleimgewebigen Axe führender Strang zurück, in welchem schon frühzeitig die Fasern und Ganglienzellen des N. acusticus sichtbar werden (*Lsp.* und *Gl.* in Fig. 320). Dieser Strang verknöchert zum Theil, und zwar in der Nähe der Axe (Lamina spiralis ossea), und bleibt stets in eigenthümlicher Weise mit der bindegewebigen Membrana propria des Ductus,

---

1) Es gibt kaum eine so reiche und verwickelte Nomenclatur auf kleinem Gebiete, wie in der Anatomie der Schnecke. Die Verwirrung wird nicht gemindert durch die wenig empfehlenswerthe Sitte, dass jeder Autor, der ein längst gekanntes Gebilde mit einer neuen Beschreibung ausstattet, demselben auch einen neuen Namen mitgeben zu müssen glaubt. Vielleicht erscheinen den Fachgenossen die hier festgehaltenen Namen nicht ungeeignet zu einer Einigung. Jedenfalls ist kaum ein neuer darunter, wogegen viele überflüssige und doppelt gegebene Bezeichnungen einfach übergangen sind.

welche zu dieser Zeit schon als besondere Lage nachzuweisen ist, verschmolzen. Die Membrana propria bildet sich genau so aus dem Schleimgewebe um das hineingewachsene Epithelrohr hervor, wie z. B. die Theca der Graaf'schen Follikel oder die bindegewebige Wand des Utriculus und der Bogengänge. Wir finden überhaupt denselben Vorgang stets da wieder, wo bei der Entwickelung epitheliale Massen in eine bindegewebige Grundlage hineingerathen (vgl. His Entwickelung des Hühnchens, Leipzig 1868). Die epithelialen Bildungen scheinen einen formativen Reiz auf ihre bindegewebige Umgebung auszuüben, welches eine reichliche Zellenwucherung dicht um das Epithelrohr zur Folge hat, aus der sich dann später die Membranae propriae der ursprünglich nackten epithelialen Massen hervorbilden. So lehren es insbesondere für den Ductus cochlearis die Abbildungen von E. Rosenberg (49), dessen Figur 1 Taf. II ich lediglich zustimmen kann. Endlich verknöchert auch die schleimgewebige Schneckenaxe, in der die Fasern des Nerven eingebettet liegen. An allen verknöcherten Theilen bleiben Reste des Schleimgewebes als ein zartes Periost zurück; frühzeitig schon lässt sich ein besonderes Perichondrium an der Innenwand des Schneckengehäuses unterscheiden, mit welchem jedoch später die Reste des Treppenschleimgewebes verschmelzen.

Das Epithel des Ductus cochlearis (Fig. 320 $e-e_4$) ist genetisch mit dem Epithel des Labyrinthbläschens eins und dasselbe und daher, wenn wir den Angaben von Remak folgen wollen, auf das embryonale Hornblatt zurückzuführen, durch dessen Einstülpung in die Felsenbeingrundlage das genannte Bläschen entstehen soll. Die Spuren dieser Einstülpung verrathen sich noch, wie jüngst Böttcher (3) demonstrirt hat, in der auch bei Erwachsenen erhaltenen epithelialen Auskleidung des Aquaeductus vestibuli (Recessus labyrinthi Reissner), der bei den Plagiostomen sogar mit einer feinen Oeffnung auf der äusseren Haut ausmündet. — Stricker (61), Schenk (63) und Török (65) haben nun für die Batrachier gezeigt, dass nicht sowohl das Hornblatt, als vielmehr ein unmittelbar darunter gelegenes, von Stricker sogenanntes »Sinnesblatt« es ist, durch dessen Einstülpung das Gehörlabyrinth entsteht, eine Angabe, welche neuerdings durch van Bambeke (58) bestätigt wurde. Es wäre damit die Uebereinstimmung in der Entwickelung des Labyrinthes und der Retina so wie des Geruchsbläschens, welche sämmtlich mit dem Centralnervensysteme auf das Sinnesblatt zurückgeführt werden müssen, hergestellt. Aus der eingestülpten epithelialen Auskleidung des Ductus cochlearis entwickelt sich nun, wie Kölliker gezeigt hat, der wesentlichste Bestandtheil der Schnecke, das Corti'sche Organ; auf die bemerkenswerthesten Details dieses Vorganges, so weit sie uns bis jetzt bekannt geworden sind, komme ich im Verlaufe der Darstellung zurück.

An diesen in ihren äussersten Umrissen gezeichneten vergleichend anatomischen und entwickelungsgeschichtlichen Grundlagen gewinnen wir die erforderliche Basis für die richtige Auffassung der Histologie der Schnecke.

Wir lernen zunächst die ursprünglichen Weichtheile der Schnecke von ihrer knöchernen, dem Felsenbeine angehörigen Kapsel sondern; wir lernen die Treppen als secundäre Bildungen um den Hauptkanal der Schnecke, den Ductus cochlearis, kennen, dessen epitheliale Auskleidung sich schliesslich als der Kernpunct des gesammten Apparates hinstellt. Somit ergibt sich als die natürlichste Gruppirung der histologischen Beschreibung: die knöcherne Schneckenschale mit ihrem Periost, dann die Gebilde des Modiolus und der Lamina spiralis, die Treppen nebst der bindegewebigen Wandschicht des Ductus cochlearis, und endlich die epitheliale Auskleidung des letzteren. Hieran reiht sich die Darlegung der Endausbreitung des N. acusticus, in welche auch das Nöthige über das histologische Verhalten des Hörnervenstammes einbezogen werden soll.

Schneckenkapsel, Membrana propria des Ductus cochlearis.

In Bezug auf die knöcherne Kapsel der Schnecke mag es genügen, den compacten Bau ihrer inneren Lagen zu betonen, welche arm an Knochenzellen sind und eine Art Tabula vitrea bilden. Umgekehrt haben die aus Schleimgewebe verknöcherten Schneckentheile, Modiolus und Lamina spiralis, einen mehr porösen Character; sie führen zahlreiche kleine Markräume neben den Gefäss- und Nervenkanälen. Einer dieser Kanäle, der von Rosenthal entdeckte Canalis ganglionaris (Claudius, Vietor [55]) birgt das Ganglion spirale des N. acusticus und liegt gewöhnlich im Anfangstheile der Lamina spiralis mit dieser die Spindel umkreisend (Fig. 320 und Fig. 322).

Beim Menschen ist dieser Kanal von vielen Knochenbälkchen durchzogen, so dass er streng genommen einen kanalförmigen cavernösen Hohlraum darstellt, in dessen Maschenräumen die Ganglienzellen und Nervenfasern lagern.

Vom Periost der Schneckenwand ist, was sein Verhalten zum Ductus cochlearis betrifft, bereits die Rede gewesen; im Uebrigen darf ich auf die im vorigen Capitel gegebene Beschreibung des Labyrinthperiostes verweisen. Nur möchte ich noch besonders auf das häufige Vorkommen von sternförmigen Pigmentzellen, ähnlich den Stromazellen der Chorioidea, aufmerksam machen; besonders reichlich sind diese Zellen beim Menschen und bei der Ratte entwickelt. Die Innenfläche des Periosts ist überall, mit Ausnahme der tympanalen Fläche der Membrana basilaris, wo mir der Nachweis ebenso wenig wie Kölliker [30] gelang, von einer einfachen Lage grosser, platter kernhaltiger Zellen überkleidet, deren Versilberung dieselben Bilder liefert, wie man sie an Lymphsäcken oder serösen Häuten gewinnt. Schon Luschka (Structur der serösen Häute, Tübingen 1851) hat hier an letztere erinnert; vgl. auch die Angaben von Reichert [11–45]. Durch die Schwalbe'schen Untersuchungen [1]) wird es ausserdem sicher gestellt, dass die Treppengänge einer lymphatischen Cavität und speciell dem Perichorioidealraume des Bulbus oculi, bez. dem

1 Centralblatt für die medicin. Wissensch. 1869.

Arachnoidealräume des Gehirnes entsprechen. (Vgl. auch die Angabe von Kölliker ([62], [31]).

Die Membran des runden Fensters gehört sowohl der Schleimhaut der Paukenhöhle als auch dem Periost der Schnecke an und zeigt dem ent-

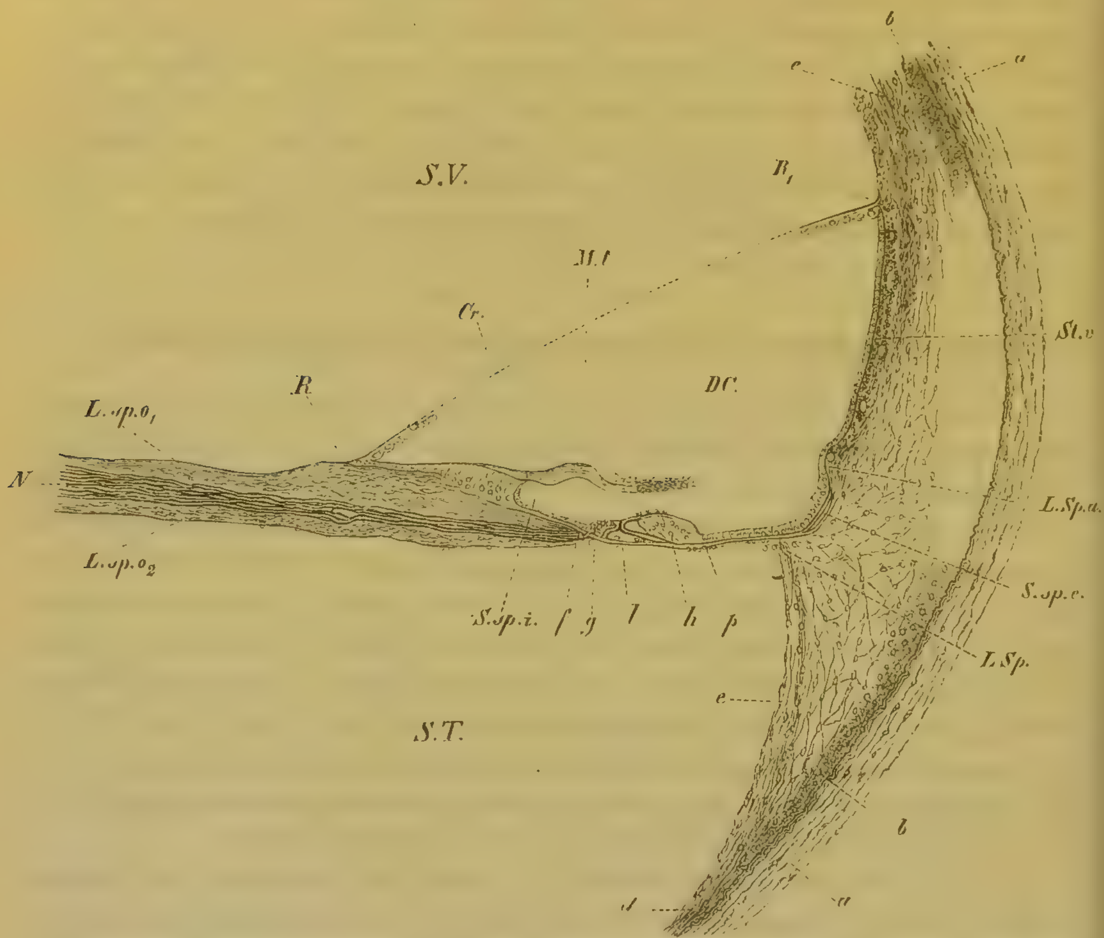


Fig. 321. Senkrechter Durchschnitt der ersten Schneckenwindung eines 1½jährigen Kindes. $^{100}/_{1}$. (Die Membrana tectoria ist nach einem anderen Präparate derselben Schnecke eingezeichnet.). *S.V.* Scala vestibuli. *S.T.* Scala tympani. *DC.* Ductus cochlearis. *L. sp.* o_1 vestibulare, *L. sp.* o_2 tympanale Lamelle der Lamina spiralis ossea. N. Schneckennerv. *a, a.* Knöcherne Schneckenwand. *b, b.* Periost. *e, e.* Bindegewebskissen (Ligamentum spirale Kölliker) zum Theil von der knöchernen Wand abgelöst und in der Nähe des Ductus cochlearis zur besondern fibrösen Wandschicht desselben verdichtet. *St. v.* Stria vascularis. *d.* Stelle, wo Periost und das Gewebe des Bindegewebskissens zusammenfliessen. *L. Sp.* Ligamentum spirale Henle. *L. Sp. a.* Lig. spirale accessorium mit dem Vas prominens. *S. sp. e.* Sulcus spiralis externus. *R–R₁*. Reissner'sche Membran nur in beiden Endstücken erhalten. *R–Cr.* Crista spiralis. *Cr.* Deren vorspringendster Theil (Gehörzähne) im Durchschnitt. *M.t.* Membrana tectoria. *S. sp. i.* Sulcus spiralis internus. *f.* Durchtrittsstelle der Nerven (Habenula perforata). *f–L. Sp.* Membrana basilaris. *f–p.* Corti'sches Organ. *Cr–p.* Zona denticulata. *g–h.* Zona arcuata. *p–L. Sp.* Zona pectinata mit Epithel. *g.* Region der inneren Haarzellen (innere Abdachung). *l.* Dünnste Stelle der Membrana basilaris unter dem Corti'schen Bogen. *h.* Region der äusseren Haarzellen (äussere Abdachung).

sprechend zwei aus feinfibrillärem Bindegewebe bestehende Lagen. Die tympanale ist die stärkere, reich mit Gefässen durchsetzt und mit dem Epithel

der Paukenhöhle überkleidet; die vestibuläre, in den entsprechenden Treppengang blickende Schicht setzt sich unmittelbar in das Periost der ersten Schneckenwindung fort.

Hier mag auch kurz des Aquaeductus cochleae Erwähnung geschehen, welcher, den bisherigen Angaben (vgl. namentlich Hensen [27] und Henle [26]) zufolge, ausser einem bindegewebigen Fortsatze der Dura mater nur ein zur V. jugularis interna ziehendes Gefäss führt. Die Mündung des Aquaeductus findet sich hart am Anfangstheile der Scala tympani.

Indem wir zur Schilderung des Hauptabschnittes der Schnecke, des Ductus cochlearis übergehen, möge uns ein Blick auf die Querschnitte Figg. 321 und 322 vorab eine rasche Uebersicht der Bestandtheile desselben gewähren.

Anknüpfend an das p. 918 über Lage, Form und Begrenzung des Ductus bereits Mitgetheilte bemerke ich zuvörderst, dass die vestibuläre Wand, die

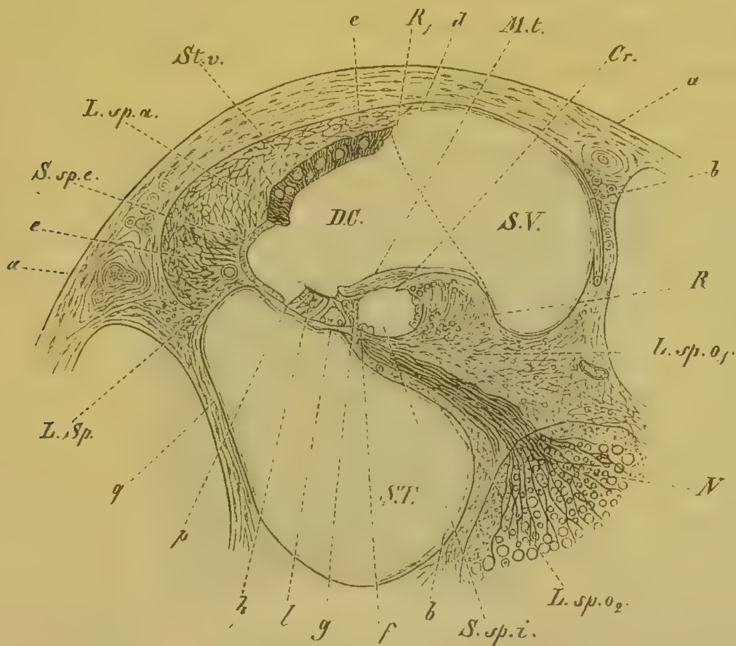


Fig. 322. Senkrechter Durchschnitt der zweiten Windung einer Schnecke von Vesperugo noctula. (Membrana tectoria nach einem anderen Präparate eingezeichnet). $^{100}/_{1}$. — *N* Schneckennerv mit einem Theile des Ganglion spirale. *e, e* Bindegewebskissen, fester mit dem Perioste verbunden als in Fig. 321. *L. sp.* Lig. spirale von homogener Beschaffenheit, unmittelbar nach aussen davon ein Blutgefäss. *R R*$_1$ Reissner'sche Membran nur durch eine punctirte Linie angedeutet. *h* Aeussere Abdachung mit den drei äusseren Haarzellen in situ. Innere Haarzellen so wie das Epithel des Sulcus spiralis internus nicht vollständig erhalten. Uebrige Bezeichnung wie in Fig. 321.

Membrana Reissneri, sich aussen an das halbmondförmige Bindegewebspolster (*e, e*) inserirt; die Ansatzstelle, Angulus vestibularis (*R*$_1$), ist durch einen kleinen Vorsprung markirt (Henle). Ebenso wird der äussere Ansatzpunkt der tympanalen Wand (*R—L. sp.*) durch eine starke, im Querschnitt dreieckige Prominenz, Ligamentum spirale (*L. sp.*), gebildet.

Zwischen beiden Vorprüngen liegt die äussere Wand des Ductus, an der wir die gefässreiche Stria vascularis (*St. v.*), dann eine dritte kleine Erhebung, Lig. spirale accessorium (*L. sp. a.*) mit einem Gefässe, Vas prominens HENSEN, als tympanale Grenze der Stria, und endlich zwischen dieser Erhebung und der Membrana basilaris den Sulcus spiralis externus (*S. sp. e.*) unterscheiden. Die bereits genannten beiden Hauptabtheilungen der tympanalen Wand, Crista spiralis und Membrana basilaris, werden wohl am besten durch die Eintrittsstelle des Schneckennerven in den Raum des Ductus cochlearis auseinander gehalten. Die Crista spiralis (*R—f*) ruht auf dem äussersten Abschnitte der Lamina spiralis ossea und besteht aus zwei Lippen, dem Labium vestibulare (c. Fig. 325) HENLE, welches mit einem scharfen, in den Ductus cochlearis hineinragenden Vorsprunge (*Cr*) endet, und dem Labium tympanicum HENLE (a. Fig. 325), welches in gleicher Flucht mit der Membrana basilaris liegt und mit dem Labium vestibulare zusammen den Sulcus spiralis internus (*S. sp. i.*) einschliesst. Von der Durchtrittsstelle der Nerven an (s. a. Fig. 323) bis etwa zur Mitte ihrer Länge hin ist das CORTI'sche Organ der Basilarmembran aufgelagert;

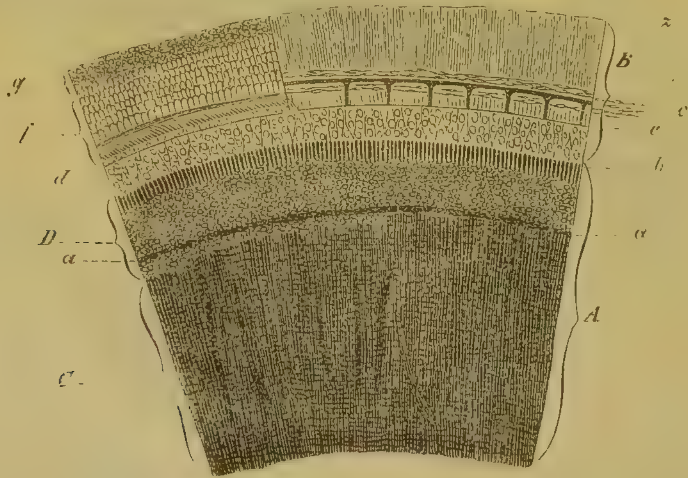


Fig. 323. Vestibuläre Flachenansicht der Lamina spiralis vom Menschen, zweite Windung. $^{30}/_{1}$. 28jährige Frau. REISSNER'sche Membran und Membrana tectoria entfernt. Die gürtelförmige Anordnung der einzelnen Theile tritt deutlich hervor. *A* Lamina spiralis ossea. *B* Lamina spiralis membranacea. *C* Dunkle Zone der Lam. spiralis ossea (nur von einem dünnen Perioste und dem Endothelium der Vorhofstreppe bekleidet. *D* Crista spiralis, heller erscheinend. *b* deren vorspringender Rand mit der Reihe der Gehörzähne. *a* Ansatzlinie der REISSNER'schen Membran. *a—z* der zum Ductus cochlearis gehörige Theil der Lamina spiralis (tympanale Wand des Ductus). *c* Vas spirale von der tympanalen Fläche durchschimmernd, begleitet von spiralen Bindegewebszügen. *d* Bodenfläche des Sulcus spiralis internus mit durchschimmernden an der tympanalen Fläche radial verlaufenden Fasern. *e* Linie, in welcher die Austrittslöcher der Nervenfasern liegen. *f* CORTI'sches Organ. *g* äusseres Epithel (*f* und *g* an der rechten Hälfte des Präparates entfernt).

von da ab, wie an allen übrigen Stellen der Innenwand, nur ein einfaches, kurzcylindrisches oder cubisches Epithel.

Sieht man die tympanale Wand nach Wegnahme der REISSNER'schen Membran von der vestibularen Fläche an, so erscheinen die einzelnen Ab-

schnitte derselben wie ebenso viele spiral verlaufende Gürtel oder Zonen, von denen Fig. 323 eine Anschauung giebt. Auf dieses Bild beziehen sich auch die seit TODD–BOWMAN, CORTI und KÖLLIKER eingeführten Namen: Zona denticulata und pectinata, sowie Habenula denticulata, sulcata, perforata und arcuata als Unterabtheilungen der Zona denticulata, über welche man die Erklärung der Fig. 321, 322, 323 und 324 vergleichen möge. Wir können diese Bezeichnungen jetzt als entbehrlich ansehen.

Die Grösse des Ductus cochlearis nimmt meinen Messungen zufolge, s. die angefügte Tabelle, mit der Länge aller seiner drei Wandungen nach der Schneckenkuppel hin stetig, wenn auch in mässigem Grade, ab.

Die Reissner'sche Membran besteht aus einer dünnen bindegewebigen, gefässführenden Grundlamelle, die auf der vestibularen Seite ein grosszelliges seröses Endothel, auf der tympanalen ein einschichtiges, aus cubischen Zellen aneinander gereihtes Epithel trägt (Fig. 321 und 324).

Complicirtere Verhältnisse zeigt die Aussenwand des häutigen Schneckencanales (Fig. 321 und 322 *ee*,). Das mehrfach erwähnte halbmondförmige Bindegewebspolster lässt, namentlich bei jüngeren Individuen, drei Schichten deutlich unterscheiden, innen die Membrana propria des Ductus cochlearis mit der Stria vascularis, aussen das Periost, zwischen beiden ein lockeres Bindegewebe, welches bei Embryonen leicht einreisst und so den Ductus cochlearis von der Schneckenkapsel zurückweichen lässt. Die Stria vascularis ist ein besonders gefässreicher Theil der Membrana propria. Zwischen den zahlreichen Capillaren findet man hier kaum noch etwas adventitielles Bindegewebe, das cubische, aus kleinen Zellen bestehende Epithel sitzt den Gefässwandungen fast unmittelbar auf; hie und da bemerkt man selbst kleine, schlingenförmige Gefässvorsprünge. Letztere sind besonders stark entwickelt bei den Vögeln an der Decke des Ductus cochlearis in dem sogenannten Tegmentum vasculosum DEITERS (14), welches der Stria vascularis der Säuger entspricht. Auch hat bei den Vögeln das Epithel des Tegmentes viel Eigenthümliches. Zwischen hellen cubischen Zellen, wie ich DEITERS bestätigen kann, finden sich ziemlich regelmässig grosse, kernhaltige dunkelkörnige Gebilde eingeschoben, deren Zellprotoplasma sich fast wie ein »filziges« Gewebe ausnimmt. An der freien Fläche ragt aus dem filzigen Zellkörper ein helleres schmaleres Stück mit unregelmässig dreiseitiger oder vierseitiger Begrenzungsfläche hervor, an dem ich zuweilen kleine Härchen fand. Das entgegengesetzte Ende läuft in eine kurze Spitze aus (Fig. 336 *E*).

Am Sulcus spiralis externus zeigt sich bei Säugern wieder ein sehr deutliches cylindrisches Epithel; die Unterlage desselben besteht bei Erwachsenen aus einer homogenen glashellen Gewebsmasse, welche direct in den dreieckigen Vorsprung des Lig. spirale und von da in die homogene Schicht der Basilarmembran übergeht.[1] — Wie ich aus dem Referate

1) Ueber das, was man unter Ligamentum spirale verstehen soll, scheint keine Einigkeit zu herrschen. KÖLLIKER, von dem die Benennung herrührt, so wie LÖWENBERG meinen

Schweigger-Seidels (Virchow's und Hirsch's Jahresbericht für 1868) ersehe, hat neuerdings Böttcher (4) die längst von Kölliker (32) beseitigte Ansicht Todd-Bowman's (54), dass das Ligamentum spirale glatte Muskelfasern enthalte, wieder aufgenommen. Ich kann mich nach vielfachen Untersuchungen nur den negativen Angaben Kölliker's anschliessen.

Die Crista spiralis hat den bisherigen Bearbeitern der Schnecke nicht wenig Schwierigkeiten gemacht, Schwierigkeiten, die meines Erachtens zum Theil in der sonderbaren Form der hier vorliegenden Gebilde, vorzugsweise aber in der eigenthümlichen Verknüpfungsweise der beiden Hauptgewebstypen der Schnecke, der Bindesubstanz und des Epithels liegen, die hier in einer Art mit einander verwoben sind, wie sie sonst nirgends im Organismus wiederkehrt.

Auf dem axialen senkrechten Durchschnitte, Fig. 321 und 322, erscheint die Crista wie eine vestibularwärts der Lamina spiralis ossea angefügte hakenförmige Verdickung; dieselbe ist nicht scharf gegen das Knochengewebe abgesetzt; die sternförmigen Zellen des letzteren kehren in der Grundsubstanz der Crista wieder, auch ziehen Gefässschlingen hinein. Mitunter finden sich Kalksalze in unregelmässigen Plättchen abgelagert; bei Fledermäusen scheint sogar ziemlich regelmässig eine Verknöcherung einzutreten. Sonst ist die Grundsubstanz der Crista von einer starrfasrigen oder mehr homogenen Beschaffenheit und verhält sich gegen Reagentien ähnlich einer derben Bindesubstanz. Ich meine daher dieselbe wohl am richtigsten als eine osteogene Substanz im Sinne H. Müller's und Virchow's auffassen zu können, die sich im Zusammenhange mit dem vestibularen Perioste der Lamina spiralis ossea entwickelt. Beiläufig möge hier erwähnt sein, dass die Crista in Ueberosmiumsäure und in Chlorpalladium sich etwas dunkler färbt als der darunter gelegene Knochen.

Betrachtet man die Crista von der vestibulären Fläche (Fig. 324 und 325), so erscheint die vorspringende Kante durch tief einschneidende Furchen in einzelne Abtheilungen von nahezu gleicher Grösse und länglich viereckiger Form gebracht, die Gehörzähne Huschke (28), welche in der That einer Reihe von der vorderen Fläche gesehener Schneidezähne gleichen. Nach innen setzen sich diese Zähne in eine Anzahl rundlicher oder länglicher, oft eigenthümlich glänzend erscheinender Bildungen fort (Fig. 325 *d*), welche nichts anderes als Vorsprünge der osteogenen Substanz der Crista darstellen. Die zwischen ihnen befindlichen Furchen, so wie die Furchen zwischen den Gehör-

---

damit das ganze halbmondförmige Bindegewebskissen, welches die Aussenwand des Ductus cochlearis mit der Schneckenkapsel zusammenheftet. Dasselbe hat bei den verschiedenen Thierarten eine sehr wechselnde Form und Grösse; bald erstreckt es sich weit in die Scala tympani hinein, namentlich in der unteren Schneckenwindung, bald nicht (s. Fig. 321 und 322). Ich ziehe es vor, wie es auch Henle gethan zu haben scheint, blos den auf Querschnitten stark vorspringenden dreieckigen, bei Erwachsenen homogenen Theil dieses Lagers, in den die Membrana basilaris übergeht und der in der That einem Ligamente entspricht, so zu benennen.

zähnen sind mit kleinen rundlich eckigen Zellen ausgefüllt, die entschieden zum Epithel des Ductus cochlearis gehören, wie auch Kölliker (30) wenigstens für einen Theil derselben vermuthet. Diese Zellen setzen sich nach aussen durch die interdentalen Furchen direct in das Epithel des Sulcus spiralis int. fort (Fig. 324) so wie sie andererseits ununterbrochen in das tympanale Epithel der Reissner'schen Membran umbiegen (Fig. 321 und Fig. 324). Auf der äussersten Zahnkante fehlen sie, ebenso wie auf der Höhe der Vorsprünge. Hier ruht die Membrana tectoria (s. weiter unten und Fig. 321 u. 322 *M.t.*) unmittelbar der osteogenen Substanz der Crista auf; doch begegnet man auch an diesen Stellen mitunter einzelnen platten Zellenrudimenten. Nach dem Ansatzwinkel der Reissner'schen Membran hin fliessen stets die durch die Zähne und Vorsprünge getrennten Epithelstrassen in ein continuirliches Lager zusammen (Fig. 324 *e* u. e_1). Abgesehen von dem unmittelbaren Zusammenhange der in Rede stehenden Zellen mit dem übrigen Epithel des Ductus, worauf Herr stud. med. Baer beim Zeichnen der Präparate uns aufmerksam machte, beweist vor Allem die Entwickelungsgeschichte die Richtigkeit des Gesagten, indem bei Embryonen überall eine continuirliche Epithelauskleidung des Ductus besteht, die nur durch die mächtige Entwickelung der osteogenen Substanz der Crista, sowie

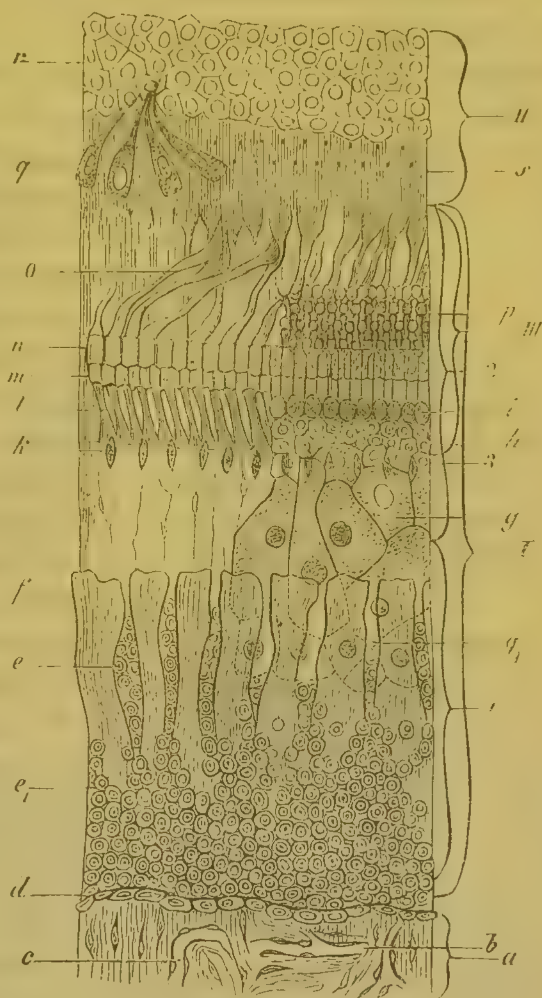


Fig. 324. Tympanale Wand des Ductus cochlearis vom Hunde. Flächenansicht von der Vorhofstreppe aus nach Wegnahme der Reissner'schen Membran. $^{300}/_{1}$. I Zona denticulata Corti. II Zona pectinata Todd-Bowman. 1 Habenula sulcata Corti. 2 Habenula denticulata Corti. 3 Habenula perforata Kölliker. III Corti'sches Organ. *a* Theil der Lamina spiralis ossea, das Endothelium fehlt. *b* und *c* periostale Blutgefässe. *d* Ansatzlinie der Reissner'schen Haut. *e* und e_1 Epithel der Crista spiralis. *f* Gehörzähne mit den interdentalen Furchen. *g* g_1 Grosszelliges (gequollenes) Epithel des Sulcus spiralis internus, zum Theil durch die Gehörzähne durchschimmernd; an der linken Hälfte des Präparates entfernt. *h* Kleinere Epithelzellen in der Gegend der inneren Abdachung des Corti'schen Organes. *k* Durchtrittslöcher der Nerven. *i* Innere Haarzellen. *l* Innere Pfeiler. *m* Deren Köpfe. *o* Aeussere Pfeiler. *n* Deren Köpfe. *p* Lamina reticularis. *q* Einige verstümmelte äussere Haarzellen. *r* Aeusseres Epithel des Ductus cochlearis (Claudius'sche Zellen der Autoren) bei *s* entfernt, um die Fusspunkte der äusseren Haarzellen zu zeigen.

die Ablagerung der Membrana tectoria scheinbar unterbrochen wird, in der That aber auf dem Wege der interdentalen Furchen ungestört fortbesteht. So kommt es denn auch, dass man auf Querschnitten, je nachdem eine Furche oder ein Zahn getroffen ist, bald den Zusammenhang sieht, bald ihn vermisst. — Das histologisch Merkwürdige dieser Bildung ist vor Allem die eigenthümliche Verknüpfung von Epithel mit osteogener Substanz, die als unmittelbares Substrat für ein ächtes Epithel sonst wohl kaum beobachtet sein dürfte. — Das Verhalten der Crista wechselt bei den einzelnen Thierspecies ungemein. Die flachste, aber längste Crista hat, wie Löwenberg (39) richtig angibt, der Mensch; die Gehörzähne springen hier wenig vor. Die relativ stärkste und vielleicht auch höchste Crista mit ausserordentlich scharf, fast klauenförmig übergebogenen Zähnen scheinen die Fledermäuse zu besitzen. Höhe und Stärke nehmen nach der Schneckenkuppel hin stetig ab. — Ueber die physiologische Bedeutung dieses sonderbaren Gebildes haben wir nicht einmal eine Vermuthung, wenn wir nicht annehmen wollen, dass es der Membrana tectoria zur Stütze da sei.



Fig. 325. Crista spiralis nach Entfernung aller bedeckenden Theile. 28jähr. Frau. Vestibuläre Flächenansicht. 300/1. *a* Labium tympanicum der Crista (Uebergangsstelle in die Membrana basilaris, Boden des Sulcus spir. int.) *b c* Gehörzähne des Labium vestibulare. Unter *c* ist der Sulcus spiralis int., wie er von beiden Labien eingefasst wird, in der Verkürzung gezeichnet. *d d* Vorsprünge der Crista. *e e* Durchschnitte kleiner Vorsprünge. *f f* Furchen zwischen den Vorsprüngen, die nach *g* zu allmählich abnehmen und in das Niveau der Lam. spiral. ossea übergehen; durchschimmernde Knochenzellen.

Die vestibulare Fläche der Membrana basilaris erscheint nach Entfernung des Epithels im Bereiche des Corti'schen Organes glatt oder doch nur schwach radial gestreift. Von der tympanalen Fläche schimmert hier das Vas spirale mit seinen adventitiellen Bindegewebszügen durch.

Das Vas spirale Huschke (Fig. 323 und Fig. 331), zuweilen doppelt vorhanden, ist eine kleine Vene, deren Lichtung nach Art eines Sinus durae matris in die homogene Grundsubstanz der Membrana basilaris eingegraben ist (Fig. 331). Es steht durch regelmässig abtretende radiale Aeste (Fig. 323) mit Gefässen der Lamina spiralis ossea in Verbindung. Weiter nach aussen trifft man erst wieder an der Wurzel des Ligamentum spirale ein Gefäss, welche Beobachtung Breschet's ich für viele Fälle bestätigen kann (Fig. 322).

Von den Fusspunkten der äusseren Corti'schen Pfeiler an (s. w. u.) ist die Basilarmembran deutlich radial gestreift [Zona pectinata Todd-Bowman [54])].

Die Streifen sind der Ausdruck einer dünnen cuticularen Lamelle, welche dem homogenen, bindegewebigen Substrate der Membran vestibularwärts aufliegt und dem Epithel des Ductus cochlearis angehört. Das lehren vor Allem senkrechte Durchschnitte (Fig. 331), an denen man deutlich drei Lagen unterscheiden kann [1]: Die Cuticularschicht (*u*), deren Streifung ich mit Henle (26) als von feinen Fasern herrührend ansehe, dann die mittlere Lage (*b*), die Hauptmasse der Basilarmembran, eine verhältnissmässig starke, structurlose Haut, die ununterbrochen in das Labium tympanicum der Crista spiralis übergeht (s. Fig. 321), — darunter, an der tympanalen Fläche, ein Lager vorwiegend spiral verlaufender feinster Bindegewebsfibrillen mit zarten Spindelzellen (Fig. 334), die im Querschnitt (Fig. 331) natürlich rundlich, so wie die Fasern als eine körnige Punktmasse erscheinen. Je jünger die Thiere sind, desto schwächer ist die mittlere homogene Lage, desto stärker die tympanale Faserschicht; auch zeigt die erste Schneckenwindung, wenigstens beim Menschen, eine reichere Entwickelung derselben. Diese Bindegewebsfasern sind offenbar ein Rest des ursprünglichen Treppen-Schleimgewebes.

Ob die Membrana basilaris einen besonders hohen Grad von Elasticität besitzt, wage ich nicht zu entscheiden; jedenfalls zeigt sie keine grosse Neigung, sich an den Rändern einzurollen; auch zerzupft sie sich nicht schwer. Wie gute Querschnitte lehren, ist die Membran zwischen ihren beiden Befestigungspunkten immer glatt und gerade ausgespannt.

Die bis jetzt beschriebenen Theile des Ductus cochlearis müssen als dessen eigene bindegewebige Wand, Membrana propria, aufgefasst werden, wohin ich also rechne: Reissner'sche Haut, innerste Schicht des lateralen Bindegewebskissens mit der Stria vascularis und dem Lig. spirale, homogene Schicht der Membrana basilaris und die Crista spiralis. Nur in Bezug auf die letztere könnten vielleicht Bedenken obwalten, und will ich in Rücksicht darauf noch bemerken, dass es namentlich beim Menschen nach längerem Verweilen der Schnecke in Glycerin leicht gelingt, die Crista im Zusammenhange mit der Reissner'schen Haut und der Membrana basilaris vom äusseren Ende der Lamina spiralis ossea abzulösen und sie so als einen integrirenden Theil der selbständigen Wand des Ductus darzustellen.

Epitheliale Auskleidung des Ductus cochlearis. Corti'sches Organ.

Vorhin schon haben wir denjenigen Theil des Schneckenepithels, welcher die Crista spiralis, die Reissner'sche Membran und die äussere Wand des Ductus überzieht, besprochen; es bleibt uns noch der wichtigste Theil, das Epithel der Membrana basilaris, zu eingehenderer Beschreibung.

Den Mittelpunkt des basilaren Epithelstratums bildet das Corti'sche Organ Kölliker (Fig. 321, 322 *f—p*; Fig. 324 *III*; Fig. 326), dessen einzelne Theile mehr oder minder umgeformte Cylinderepithelzellen und Cuticularbildungen darstellen. Das Corti'sche Organ selbst, s. die Querschnitte Fig. 321 und Fig. 331, gruppirt sich in seitlicher Symmetrie wieder um ein Centrum,

1) Vgl. auch die Angaben von Deiters (13) und Löwenberg (39).

das zugleich als stützendes Gerüst dient, die Corti'schen Bögen. Die Bögen überwölben die Membrana basilaris und bestehen aus je einem inneren und einem äusseren Pfeiler. An die inneren Pfeiler lehnt sich die Reihe der inneren Haarzellen (Fig. 326 *e* und Fig. 331 *i*), die Körnerschicht (Fig. 331 *h*—*i*), so wie weiterhin das Epithel des Sulcus spiralis int. Die Zellen des letzteren werden von der innersten Bucht des Sulcus bis zu den Haarzellen hin immer höher[1]; die Haarzellen selbst erreichen die Firste des Bogens, so dass diese innere Abtheilung des Corti'schen Organes eine vom Bogen nach innen geneigte Abdachung bildet.

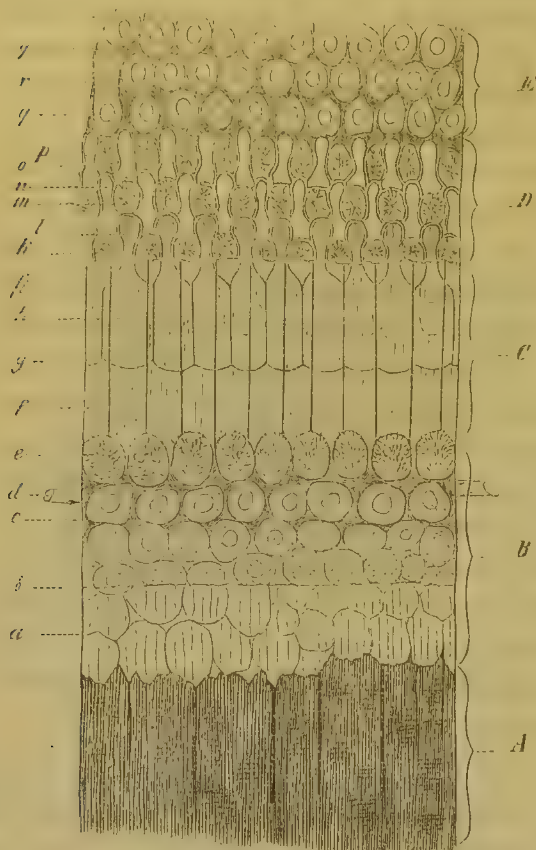


Fig. 326. Corti'sches Organ vom Hunde, vestibuläre Flächenansicht. $^{700}/_{1}$. Reissner'sche Membran, sowie Membrana tectoria entfernt. *A* Crista spiralis zum Theil wegen der schwärzlich durchschimmernden Nervenfasern (Ueberosmiumsäure) dunkel gefärbt. *B* Epithel des Sulcus spiralis internus. *C* Pfeilerköpfe. *D* Lamina reticularis. *E* Aeusseres Epithel der Membrana basilaris. — *a* Zellen des Sulcus spiralis, welche unter den Gehörzähnen durchschimmern. *b* Aeussere Grenzlinie der Gehörzähne (letztere wegen der tieferen Fokaleinstellung kaum wahrnehmbar). *c* Cuticulares Maschenwerk zwischen den inneren Epithelzellen. *d* Stelle des Vas spirale. *e* Innere Haarzellen. *f* Köpfe der inneren Pfeiler. *fi* Kopfplatten der inneren Pfeiler. Die nebeneinanderliegenden Kopfplatten bilden bei hoher Fokaleinstellung ein helles cuticulares Dach über den Köpfen der äusseren Pfeiler, das sich von den inneren bis zu den äusseren Haarzellen erstreckt. *g* Grenzsaumlinie der äusseren Pfeiler gegen die inneren. *h* Köpfe der äusseren Pfeiler durch die Kopfplatten der inneren Pfeiler durchschimmernd. Jeder Kopf zeigt als hellen Kreis den durchschimmernden optischen Querschnitt der äusseren Pfeilerkörper. *l* Phalangenförmige Kopfplatte der äusseren Pfeiler, (erste Phalange). *k* Erste Ringe mit den Haarschöpfen der ersten äusseren Haarzellen. *m* u. *o* Zweite und dritte Ringe und Haarbüschel. *n* u. *p* Zweite und dritte Phalangen. *r* Stützzelle Hensen. *q* Cuticulares Maschenwerk zwischen den Epithelzellen (Schlussrahmen Deiters).

Umgekehrt ist es mit der äusseren Abtheilung, welche sich in etwas grösserer Breite, und bei verschiedenen Geschöpfen mehr oder minder steil, nach aussen hin abdacht. Sie besteht aus den drei Reihen der äusseren Haarzellen und aus den sich unmittelbar anschliessenden cylindrischen Epithelzellen, den Stützzellen Hensen's, die immer kürzer und kürzer werden, bis sie in das einfache cubische Epithel der Zona pectinata übergehen.

1) Bei keinem erwachsenen Säuger füllt das Epithel des Sulcus diesen aus, was allerdings bei Embryonen der Fall zu sein scheint (Kölliker, Hensen), sondern ist bis auf die Region der inneren Haarzellen stets einschichtig (Hensen).

Zu diesem Zellencomplexe gesellen sich noch zwei membranöse cuticulare Bildungen, die Membrana tectoria (*M.t.* Fig. 321 und 322) und die Lamina reticularis (l—l_1, Fig. 331 *D*, Fig. 326 Flächenansicht).

Die Corti'schen Pfeiler haben in der Profilansicht die Form eines schlanken römischen *S* (eines Integralzeichens). Die obere Anschwellung sei der »Kopf«, die untere der »Fuss«, das zwischen beiden gelegene stabförmige Verbindungsstück der »Körper« des Pfeilers. Am Kopfe finden sich noch besondere plattenförmige Anhangsstücke, die »Kopfplatten«. Die inneren Pfeiler haben deren zwei, die aber continuirlich in einander übergehen, eine innere kleine, die en profil fast wie ein Haken erscheint (Fig. 327 *B g*), en face bei der Ansicht von aussen wie eine dunkle Firste durchschimmert (Fig. 327 *C*, *D g*), und eine äussere grössere, die in verschiedenem Grade gekrümmt als directe plattenförmige Fortsetzung des Körpers sich darstellt; sie ist wie eine Haube über das Kopfstück herübergebogen und zeigt mitunter, z. B. bei Vesperugo (Fig 327 *D*), eine deutliche Auskehlung der äusseren Fläche. Das Kopfstück des inneren Pfeilers springt wie ein körperliches Dreieck mit etwas stumpfer Spitze (Fig. 327 *C*, *D*) nach aussen vor; die oberen (vestibularen) Ränder desselben sind ebenfalls leicht geschweift, und man gewahrt auch an den Seitenrändern mitunter eine leichte Auskehlung.

Die Basalfläche der inneren Pfeiler hat eine nahezu rechteckige Form; en profil erscheint der Fuss dreiseitig. Der Fuss der äusseren Pfeiler ist bedeutend grösser und breitet sich auf der Membrana basilaris fächerförmig aus. Der Körper ist schlanker und die doppelte Biegung des *S* tritt viel mehr ausgesprochen hervor. Der Kopf ist im Gegensatze zu den Köpfen der inneren Pfeiler nach innen gewendet und bildet en profil ein Stück eines Kreisausschnittes, etwa von der Form wie die Seitenansicht des Caput astragali sie bietet.

Man kann überhaupt den äusseren Pfeilerkopf am besten mit dem Caput astragali vergleichen; nur sind hier die beiden, den malleolaren Gelenkflächen des Talus entsprechenden Seitenflächen gleich gross und die obere Fläche ist nicht ausgetieft, sondern gleichmässig convex abgerundet. Deiters ([13]) vergleicht ihn mit einem (gekenterten) Kahne, Löwenberg ([39]) mit einem Vogelkopfe, dessen Schnabel der Kopfplatte entsprechen würde. — Will man für den inneren Pfeiler ein ähnliches Modell, so dürfte das obere Ende der Ulna passende Vergleichspunkte darbieten. Der Processus coronoideus ähnelt der geschilderten dreieckigen Hervorragung des Pfeilerkopfes: denkt man sich das Olecranon etwas nach vorn verlängert und übergekrümmt, so kommt genau die äussere Kopfplatte heraus, während die dorsale Tuberositas olecrani dem Haken *g* (Fig. 327 *B*) entspricht; auch die seitliche Auskehlung wäre durch den Sinus lunatus ulnae vertreten.

Die Kopfplatte des äusseren Pfeilers entspringt lang gestielt von der Mitte des äusseren oberen Randes und geht in eine ruderförmige Verbreiterung (Fig. 327 *A d*) über; sie stellt, wie sich später ergeben wird, die erste Phalanx der Lamina reticularis dar.

Sehr beachtenswerth ist das Vorkommen von feinkörnigem Zellprotoplasma an je zwei Stellen der beiden Pfeiler, an den Köpfen und Füssen. An den letzteren (Fig. 327 *B c* und *γ*; Fig. 331 *n* und *o*) ist diese Bildung schon Corti einigermaassen bekannt gewesen. Dieselbe stellt ein kernhaltiges verschieden geformtes Stück Protoplasma dar, welches mit der Substanz der Pfeiler fest verbunden ist und, wie die Entwickelungsgeschichte

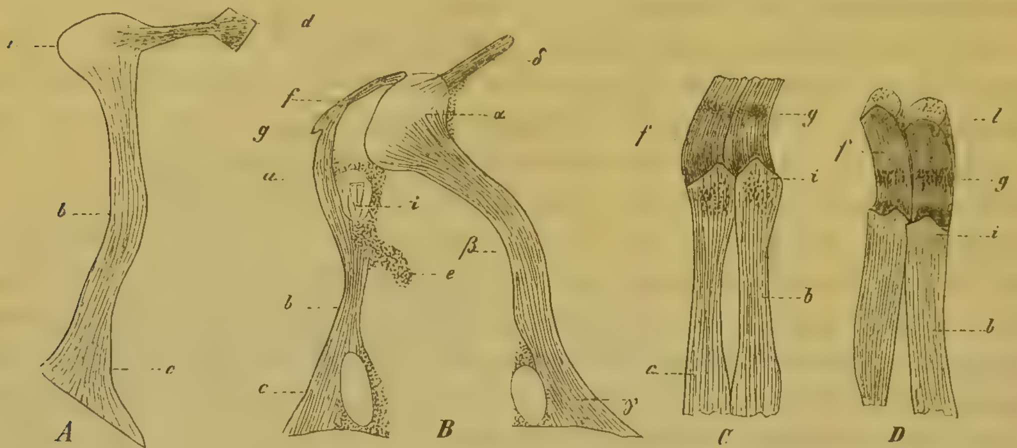


Fig. 327. Isolirte Pfeiler. 800/1. — In allen Figuren bedeutet: *a* resp. *α* den Kopf, *b* resp. *β* den Körper, *c* resp. *γ* den Fuss des Pfeilers. — *A* Aeusserer Pfeiler von Mus musculus. Kopf halb en face von oben; Kopfplatte mit phalangenförmigem Ende. *B* Innerer und äusserer Pfeiler von Mus musculus in nahezu natürlicher Lage, Profilansicht. *f* Kopfplatte des inneren, *δ* des äusseren Pfeilers. *g* Innerer hakenförmiger Fortsatz der inneren Kopfplatte. *i* Kopf mit hellem kernähnlichem Stücke und körnigem Protoplasmarest. *e* Losgelöstes Protoplasmastück. *c* Kern mit Protoplasmarest am Fusse. *C* Zwei innere Pfeiler von Mus musculus en face; äussere Fläche. Bezeichnung wie bei *B*. *D* Zwei innere Pfeiler von Vesperugo noctula. 600/1 in derselben Ansicht. Die Kopfplatte zeigt eine deutliche Hohlkehlung und bei *l* eine feine Punktirung; die übrige Bezeichnung wie vorhin.

lehrt, nichts Anderes bedeutet, als den kernhaltigen Rest einer der Zellen, aus denen die Pfeiler hervorgehen. Bei der Profilansicht findet man diesen Zellenrest eingeklemmt in den spitzen Winkel, den jeder Pfeiler mit der Membrana basilaris macht. Sehr häufig sieht man, wie Böttcher zuerst angegeben hat [s. auch bei Hensen (27)], das Protoplasma auf der Membrana basilaris von einem Pfeiler bis zum anderen ziehen (Fig. 332 *h*). Als Reste dieser Verbindungsbrücken findet man nicht selten Fäden zwischen den Pfeilern auf der Membrana basilaris liegen, die nicht mit Nervenfäden verwechselt werden dürfen (Deiters'sches Stützfasersystem).

Weniger bekannt und beachtet dürften die Protoplasmareste an den Köpfen der Pfeiler sein [1]). Hier liegen sie bei beiden Pfeilern an der Aussenseite; am inneren Pfeiler also im Gewölbe des Bogens (Fig. 327 *B e*) dicht unter

1) Hensen (27) erwähnt, p. 499, dass das Protoplasma der Pfeilerfüsse an den Pfeilern bis zu den Köpfen in die Höhe rage; doch fehlen genauere Angaben. Vielleicht sind auf diese Protoplasmareste die plättchenförmigen Anhangsstücke der inneren Pfeilerköpfe zurückzuführen, welche Max Schultze (50) beschrieben hat und die in den Binnenraum des Bogens hineinragen sollen.

dem vorspringendsten Theile des Kopfstückes, am äusseren dicht unter der Abgangsstelle des Plattenstieles. Mitunter habe ich auch bei jungen Thieren hier einen Kern gesehen von ähnlicher Grösse und Form wie am Fusse. Nach Behandlung mit 0,05 pc. Chromsäure tritt fast in jedem Pfeilerkopfe, s. Fig. 327 *Bi*, ein kernähnliches Gebilde auf, während die umgebende Masse feinkörnig erscheint und in die eben erwähnten Protoplasmaanhänge übergeht.

Bei Anwendung erhärtender Reagentien zeigen Körper und Füsse beider Pfeiler eine feine, sehr deutliche Längsstreifung, und es gelingt hin und wieder, sie in feine starre Fasern zerfallen zu sehen, die sich in die streifige Lamelle der Membrana basilaris fortsetzen. Die Kopfstücke bleiben dagegen immer homogen; einen Hohlraum in den Körpern oder Füssen habe ich niemals wahrgenommen. Die Pfeilersubstanz erweist sich, wie zuerst BÖTTCHER hervorhob, sehr resistent; nur in Kalilauge löst sie sich rasch; in Salzen und Säuren schrumpft sie etwas; beim Menschen habe ich die Pfeiler 24 Stunden nach dem Tode noch gut conservirt gefunden. Die Hauptmasse derselben scheint, wofür auch die gleich zu schildernde Verbindung mit der Lamina reticularis spricht, wie diese zu den cuticularen Bildungen gerechnet werden zu müssen.

Beide Pfeiler sind nun der Art zu einem Bogen verbunden, dass der Kopf des äusseren Pfeilers in die Aushöhlung zwischen Kopfplatte und Kopf des inneren zu liegen kommt (Fig. 327 *B*; Fig. 331 und Fig. 332). Dabei deckt natürlich die Kopfplatte des inneren Pfeilers den Kopf und die Kopfplatte des äusseren, so aber, dass das viel längere phalangenförmige Ende der letzteren stets frei bleibt (Fig. 326 *fi* und *l*; Fig. 329 *c* u. *d*; Fig. 334 e_1). Da die inneren Pfeiler zahlreicher und ihre Köpfe demgemäss schmaler sind, so ruht der Kopf eines äusseren Pfeilers immer an mindestens zwei inneren, und es kommen so die vorhin erwähnten seitlichen Auskehlungen an den inneren Köpfen zu Stande. Durch diesen Umstand wird auch die Verkuppelung der Pfeiler unter einander eine sehr feste. Es stellt somit die Ungleichheit der Zahl hier ein ähnliches Verhältniss her, wie wir es beim Ginglymus des Ellbogengelenkes finden: seitliche Verschiebungen der Pfeiler sind unmöglich gemacht. Ob nicht indessen eine radiale Gelenkbewegung der Pfeilerköpfe (um eine spirale Axe) möglich ist, bleibt eine offene Frage. Die einander berührenden Flächen sah ich stets glatt. Eine solche Bewegung könnte aber bei der Fixirung der Fusspunkte der Pfeiler auf der Membrana basilaris, welche namentlich bei den äusseren eine ziemlich feste ist, so dass oft die Körper abbrechen, während die Füsse haften bleiben, nur dann eintreten, wenn gleichzeitig Biegungen der Pfeiler stattfänden.

Berücksichtigt man die Art der Verbindung der Pfeilerköpfe unter einander, so ist man auch im Stande, die etwas verwickelte Zeichnung zu verstehen, welche die vestibulare Flächenansicht des CORTI'schen Bogens gewährt (Fig. 326 und 334). Es treten dabei eine Anzahl spiraler und radialer Linien auf, welche — die spiralen — bedingt sind einmal durch die inneren und äusseren Grenzlinien der beiderlei Pfeilerköpfe und dann durch den äusseren

Grenzsaum der Kopfplatte des inneren Pfeilers, s. Fig. 334 — die radialen — durch die Grenzlinien der Kopfplatten der einzelnen inneren Pfeiler und die durchschimmernden Kopfstücke und Kopfplattenstiele der äusseren Pfeiler. Ich verweise in dieser Beziehung auf die Erklärung der Figg. 326 und 334, welche man mit den senkrechten Durchschnittsbildern, Fig. 331 und 332, combiniren möge. — Nur in Bezug auf den inneren Grenzsaum der Kopfplatten der inneren Pfeiler mag noch Einiges zur Erläuterung angefügt werden. Zwischen je zwei inneren Haarzellen, s. Fig. 326, springt diese Kopfplatte fast phalangenförmig vor. Da nun die inneren Haarzellen viel breiter sind, als die inneren Pfeiler und an der Stelle jeder Haarzelle ein rundlicher Ausschnitt in dem Grenzsaume der Kopfplatten sich befindet, so muss das Stück Kopfplatte, welches auf je einen inneren Pfeiler kommt, verschieden ausfallen, je nachdem dieser Pfeiler einer Haarzelle gerade gegenüber oder zwischen zweien Haarzellen steht. So kommt es, dass man bei der Isolirung der inneren Pfeiler verschieden gestaltete innere Anhangsstücke an ihnen wahrnimmt, die im Allgemeinen indessen, wie erwähnt, en profil einem Häkchen gleichen (s. die sorgfältige Beschreibung von Deiters (13).

In ihrer Vereinigung überbrücken die Pfeiler eine Art Tunnel, der die ganze Länge der Lamina spiralis umläuft fast bis an das Ende des Hamulus. Der Querschnitt des Tunnels besitzt eine dreiseitige Lichtung [1]), deren längste Seite im Allgemeinen die Membrana basilaris, die kürzeste der innere Pfeiler bildet. Je kleiner die Thierspecies ist, je schmaler also durchgängig die Membrana basilaris wird, desto kürzer sind die Pfeiler, desto steiler ist ihre Stellung zur Membrana basilaris, desto höher verhältnissmässig der Bogen; es verschwinden dann auch fast die Grössendifferenzen zwischen äusseren und inneren Pfeilern. Sehr lange Pfeiler mit bedeutender Spannweite haben die grösseren Geschöpfe; der Mensch hat dabei zugleich den flachsten Bogen, der im Querschnitt einem niedrigen Trapeze gleicht (man sehe z. B. Fig. 321 (Mensch) und Fig. 322 Vesperugo). — Andere Eigenthümlichkeiten liegen in den Formverhältnissen der Pfeiler. Kurz, gedrungen sind sie bei Chiropteren und Mäusen, schlank und stark gebogen beim Menschen, beim Hunde und Rinde. Die längsten Kopfplatten hat der Mensch. Auch in den einzelnen Abschnitten der Lamina spiralis zeigen sich Verschiedenheiten in der Grösse der Pfeiler und in der Höhe und Spannweite des Bogens. Im Allgemeinen nehmen diese Dimensionen nach dem Hamulus hin zu, worüber man bei Hensen (27) Genaueres findet.

Die innere Abdachung des Corti'schen Bogens trägt als wesentlichste Gebilde die einfache spirale Reihe der *inneren Haarzellen* (Fig. 331 *i*, Fig. 334 und 335). Dieselben sind von gedrungen kegelförmiger Gestalt; der

1) Man kann in der That von einer Lichtung sprechen, denn abgesehen von den erwähnten Protoplasmaresten an den Pfeilern, den Deiters'schen Stützfaserzügen am Boden des Bogens, und den durch den Tunnel verlaufenden Nervenfasern findet sich in demselben nur endolymphatische Flüssigkeit, s. auch Reichert (44).

starke Kern liegt ziemlich in der Mitte des sehr zarten Zellkörpers. Letzterer geht tympanalwärts in einen langen Fortsatz über, der sich in einem Lager kleiner Zellen, der Körnerschicht (Fig. 335 A) verliert. Das vestibulare Ende der Haarzellen wird von den betreffenden Anhangsplatten der inneren Pfeilerköpfe umschlossen (Fig. 333 *i*, *h*) und trägt auf einem Cuticulardeckel

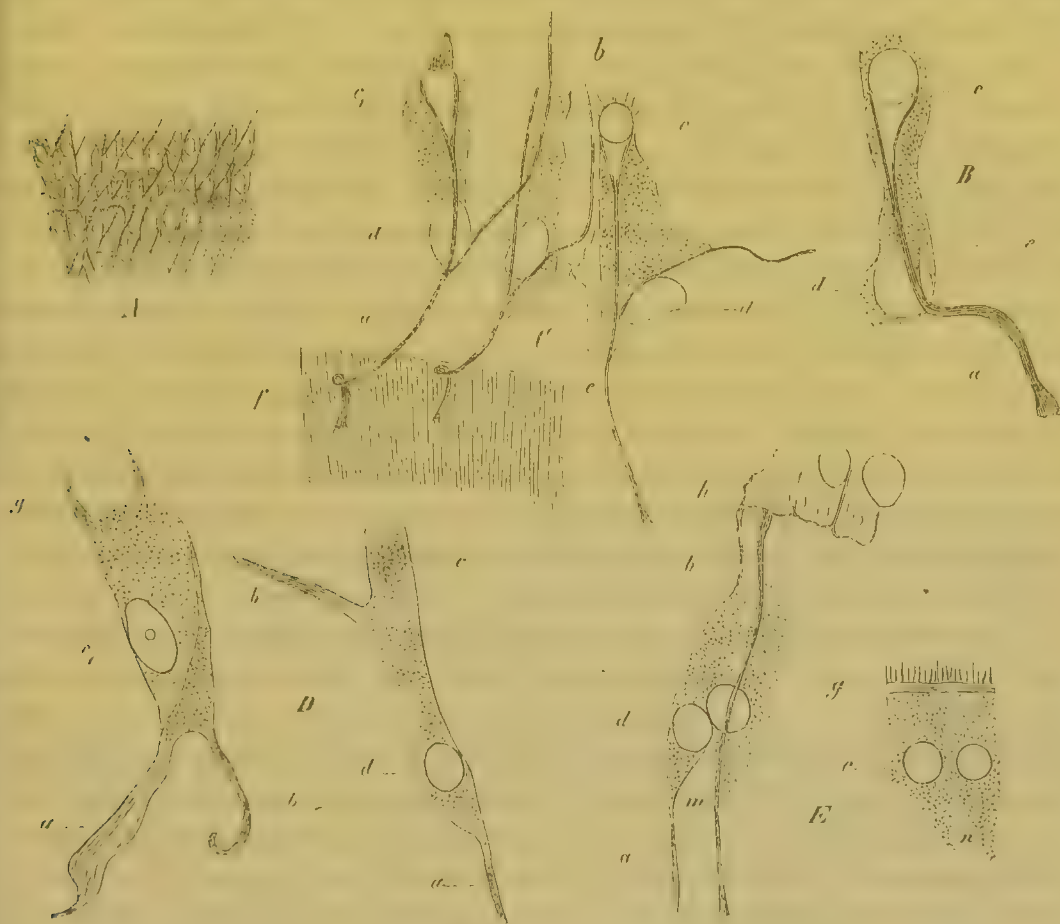


Fig. 328. *A* Die drei Reihen äusserer Haarzellen vom Hunde in situ nach Wegnahme der Lam. reticul. und der Membrana basilaris mit Phalangen- und Basilarfortsätzen (Goldchloridpräparat). $^{300}/_{1}$. — *B* Aeussere Haarzelle (Zwillingszelle) von Vesperugo noctula. $^{800}/_{1}$. *a* Basilarfortsatz. (Der Phalangenfortsatz nicht sichtbar.) *c* Oberer Kern mit Zange. *d* Unterer Kern. *e* Feines Fädchen (Nerv?). *C* Drei äussere Haarzellen von Vesperugo noctula in Verbindung mit der Basilarmembran. *a d c e* wie bei *B*. Bei *c* sind noch feine Härchen erhalten, bei c_1 fehlt der Kern und ragt oben ein conischer Zapfen, wahrscheinlich ein Stück Protoplasma, hervor. *b* Phalangenfortsatz. *f* Stück der Basilarmembran. *D* Zwei äussere Haarzellen vom Menschen (23jähr. Mädchen). $^{800}/_{1}$. Bezeichnung wie vorhin. *c* Dunklere Stelle, ob Kern? liess sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. c_1 Oberer Kern mit Kernkörperchen, welche bei den Haarzellen immer auffallend klein sind. Der Phalangenfortsatz *b* dieser Zelle ist abgerissen, und der Rest basilarwärts umgeschlagen. *E* Getrennte Zwillingszellen vom Hunde. $^{800}/_{1}$. Beiderlei Zellen, *m* und *n*, standen anfangs noch unmittelbar in Verbindung, so dass das spitze Ende von *n* in das Zellprotoplasma von *m* auslief, die Haare nach oben gerichtet. Die Phalangenfortsätze *b* hängen noch mit den Phalangen (*h*) zusammen. *g* Cuticularer Rahmen der Ringe mit Haaren. *a c d* wie vorhin.

einen dichten Rasen starker stäbchenförmiger Haare, die sehr resistente Gebilde zu sein scheinen. Die den Haarzellen zunächst gelegenen Epithelzellen

des Sulcus spiralis sind cylindrisch und stehen alternirend mit jenen (Fig. 326 und 331). Sie überdecken die eben genannte Körnerschicht.

Weniger übersichtlich ist das Verhalten der an der Aussenseite des Bogens gelegenen Zellen, von denen die Haarzellen — Corti'schen Zellen der Autoren — mit zu den schwierigsten Objecten der Schnecke gehören. Ich folge bei ihrer Beschreibung den von Gottstein auf der Innsbrucker Naturforscherversammlung 1869 gemachten Angaben. — Die äusseren Haarzellen stehen in drei (oder vier) spiral verlaufenden Parallelreihen neben einander, so aber, dass die einzelnen Zellen jeder Reihe in grosser Regelmässigkeit mit denen der unmittelbar nebenstehenden Reihe alterniren (Fig. 326). Jede Reihe zählt etwa so viel Zellen als äussere Pfeiler vorhanden sind. Die Zellen haben nach Gottstein's Darstellung zwei Kerne, einen oberen kleineren und einen zweiten in der Nähe des unteren Endes der Zellen gelegenen. Nahe dem unteren Kerne gehen zwei starke Fortsätze vom Zellkörper ab, der gestreckte Basalfortsatz, welcher mit einer kleinen dreieckigen Anschwellung fest an die Basilarmembran gelöthet ist (Fig. 328), als der stärkere und längere, und der Phalangenfortsatz, schmaler und etwas gekrümmt verlaufend, welcher mit einer der zunächst nach aussen und zur Seite (Gottstein) liegenden Phalangen der Lamina reticularis verschmilzt. Ausserdem gewahrt man nicht selten feine kurze Fädchen, Nervenfortsätze (Fig. 328), an den Zellkörpern hängen.

Der Basalfortsatz läuft gerade am Zellkörper in die Höhe und theilt sich dort in zwei Arme, welche wie eine Zange den oberen Kern umklammern (Fig. 328 *B* und *C*). Man sieht von der Fläche her diese Zange wie einen halbkreisförmigen Hof durch die Ringe der Lamina reticularis, in denen das obere (vestibulare) Ende der Zellen steckt, durchschimmern, sobald die Haare der Zelle abgefallen sind. Deiters [13] hat diesen Hof zuerst gesehen, aber nicht richtig gedeutet, obgleich er die Kernzange bereits kannte. Kölliker [30] scheint ihn für das Flächenbild der Cilien genommen zu haben, indem er, l. c. Fig. 521, genau an derselben Stelle, wo die Zange durchschimmert, eine halbkreisförmige Linie zeichnet und dieselbe für einen Cilienkranz erklärt. Die Cilien bilden aber ebenso wie bei den inneren Haarzellen ein dichtes Büschel auf der ganzen Endfläche der Zellen, Middendorp [40] (Fig. 326 und Fig. 329).

Eine genauere Untersuchung der äusseren Haarzellen erweist, dass dieselben eigentlich aus zwei mit einander verschmolzenen gestielten Zellen bestehen, wahre Zwillings- oder Doppelzellen sind. Die eine dieser Zellen wendet ihr haartragendes Kernende nach oben und haftet mit dem Stiele an der Membrana basilaris, die andere, fest mit ihr verschmolzene, liegt (in spiraler Richtung) zur Seite der ersteren und umgekehrt mit dem Kernende nach unten (tympanalwärts) und mit dem Stiele (Phalangenfortsatz) nach oben gerichtet. Aus der Verschmelzung beider kegelförmigen Zellen resultirt dann der beschriebene zweistielige und zweikernige Doppelkörper (Fig. 328 *B C D*,

Fig. 331 *p*). Die Verschmelzung der beiden Zellen zu einem Stücke ist bei verschiedenen Thieren mehr oder weniger innig. Bei Nagern und Chiropteren kann man die Zellen fast gar nicht von einander trennen, ohne sie zum grossen Theile zu zerstören und die Theilstücke unkenntlich zu machen. Bei Hunden (Fig. 328 *E*) ist es mir einige Male gelungen, einen etwas verstümmelten haartragenden Theil von dem Basalstiele und dem übrigen Zellkörper zu sondern, der dann die in der Figur gezeichnete Form hat und in zwei Stiele ausläuft; diese zweistieligen Reste sind von Deiters ([13]) unter dem Namen »Haarzellen« (»Deiters'sche Zellen« Kölliker) als besondere Zellen beschrieben worden. Entsprechend dem bei den innern Haarzellen erwähnten Verhalten hat das obere Zellenende auch hier einen dicken cuticularen Deckel, der in je einen Ring der Lamina reticularis (s. diese) passt und die Haare trägt.

Die äussere Abdachung des Corti'schen Organes zeigt viele Verschiedenheiten nach Art und Gattung. Beachtenswerth ist, dass der Mensch vier, vielleicht sogar fünf Reihen äusserer Haarzellen besitzt (Fig. 329 und 334), während bei den von mir untersuchten Thieren stets nur drei Reihen vorhanden waren. [1]) Ausserdem sind die Haarzellen des Menschen sehr gross, die Fortsätze stark und mehr gewöhnlichem Zellprotoplasma ähnlich, die Haare sehr lang und steif wie Borsten. — Beim Embryo findet man an Stelle der Haarzellen eine dichtgedrängte Gruppe von Cylinderzellen, die sich allmählich in das Epithel der Zona pectinata verflachen. Wahrscheinlich geht jede Haarzelle aus der Theilung einer Cylinderzelle hervor, und die beiden Theilstücke bleiben mehr oder minder fest mit einander verbunden.

Ausser den später bei den Nerven zu erwähnenden Spiralfaserzügen finden sich zwischen den Haarzellen keine weiteren Gebilde vor. Für die mehr nach aussen auf die Haarzellen folgenden cylindrischen Stützzellen Hensen's (Fig. 329 *h*) genügt das pag. 930 bereits Bemerkte.

Eine noch besonders zu erwähnende Eigenthümlichkeit sind die zahlreichen hellbraunen Pigmentkörner, welche sich vor Allem beim Menschen in den Platten der Lamina reticularis so wie in dem Epithel des Ductus cochlearis, namentlich an der Stria vascularis, finden; schon Corti ([10]) hat darauf hingewiesen, pag. 111.

Die Membrana tectoria Claudius (Corti'sche Membran Kölliker) (Fig. 321 und 322 *Mt*) beginnt unmittelbar an der Ansatzlinie der Reissner'schen Membran auf der Crista spiralis mit einer unmessbar feinen Schicht, überdeckt, sich fest anschmiegend, die Crista, indem sie zugleich an Stärke bedeutend zunimmt, erreicht ihre grösste Dicke im Sulcus spiralis int. und endet, wie ich mit Hensen und Gottstein finde, in einem freien, allmählich wieder zu grösster Zartheit zugeschärften Rande in der Gegend der äussersten

1) Hensen ([27]) sagt beiläufig, ohne zu erwähnen, ob bei Thieren oder Menschen, dass in der zweiten und dritten Windung »mehr als 4 Haarzellen« vorhanden zu sein schienen. Lowenberg bildet (Fig. 4) bei einem Querschnitte des Corti'schen Organes vom Kinde vier Haarpinsel ab, erwähnt aber weder im Texte noch in der Erklärung der Figur etwas von vier Haarzellenreihen beim Menschen.

Haarzelle. Sie liegt hier überall der Oberfläche des Corti'schen Organes, d. h. der Lamina reticularis, s. w. u., dicht auf.

Die Hauptmasse der Membrana tectoria erscheint in radialer Richtung feinfaserig; da, wo die Membran der Crista aufliegt, hat ihre untere Fläche ein unregelmässig netzförmig durchbrochenes Aussehen (Relief der Crista); auch ihr äusseres Endstück läuft, man vgl. besonders die Beschreibungen von Löwenberg ([39]) und Henle ([26]), in eine feine netzförmige Zeichnung aus, welche höchst wahrscheinlich durch die vorstehenden Cilienbüschel der äusseren Haarzellen veranlasst wird. Eine Unterscheidung von besonderen Zonen an der Membran ist wohl eine überflüssige Bürde für das mit Namen schon so reichlich bedachte Corti'sche Organ. Von besonderem Interesse ist dagegen die Consistenz der Membrana tectoria. Ich weiss nicht, wie dieselbe zu dem Rufe einer besonders elastischen Membran gekommen ist. Frisch isolirte Stücke sind vollkommen weich, lassen sich umlegen wie man will; niemals zeigen sie eine Einrollung an den Rändern. Nach dem Erhärten in Alkohol schrumpft die Membran bedeutend zusammen und bewahrt auf ihrer Oberfläche die Eindrücke der ihr zufällig anhaftenden Gebilde. So habe ich einige Male die Haarbüschel der äusseren Haarzellen in der Substanz der Membran stecken gefunden; dieselbe hatte sich dabei aus ihrer Lage etwas entfernt und die Lamina reticularis sammt den Haarzellen gleichsam an den Haaren der letzteren mitgenommen. Es sind dies nicht unwichtige Facta, auf die ich später zurückkommen muss. Vor der Hand ist zu constatiren, dass die Corti'sche Membran, wie, so viel ich sehe, bisher nur Hensen ([27]) angegeben hat, eine ziemlich weiche, nahezu gallertige Consistenz besitzt. Sie ist nach Kölliker ([30,34]) und Hensen ([27]) wahrscheinlich als eine Cuticularbildung (Ausscheidung) Seitens der Epithelzellen der Crista und des Sulcus spiralis int. anzusehen. Die letzteren bilden bei Embryonen eine dicke Lage, die später in demselben Maasse, wie die Corti'sche Haut wächst, zurückgeht. Bei den Vögeln setzt sich, wie Hasse ([20]) angibt, die Membrana tectoria ohne scharfe Grenze in die schleimige Masse fort, in welche die Otolithen der Lagena eingebettet sind.

Das complicirteste Gebilde des Ductus cochlearis ist unstreitig die Lamina reticularis Kölliker, deren höchst zierliches Flächenbild die Fig. 326 und 334 wiederzugeben suchen. Die Netzlamelle besteht aus einer Anzahl ringförmiger und biscuit- oder fingerphalangenähnlicher Rahmen, Ringe Böttcher ([2]) und Phalangen Deiters ([12]). Die Ränder dieser Rahmen sind doppelt contourirt, und man kann sowohl die Ringe als die Phalangen isolirt erhalten. Nach innen vom Corti'schen Bogen [s. die Darstellung von Deiters ([13])] finden wir blos eine Reihe Phalangen und Ringe (vgl. Fig. 333, zum Theile nach einem Präparate von Gottstein), aus welchen letzteren die Cilien der inneren Haarzellen vorragen. Diese Ringe setzen sich mitunter noch in ein zweites unvollkommenes reticuläres Deckgebilde fort, welches die Köpfe der nächstgelegenen Epithelzellen des Sulcus spir. int. umfasst. Nach

aussen vom Corti'schen Bogen folgt der grössere Theil der Netzlamelle, drei, bez. vier Reihen Phalangen und Ringe, entsprechend der Zahl der äusseren Haarzellen. Dieselben gehen am Aussenrande des Corti'schen Organes wieder in ein unregelmässig geformtes cuticulares Maschenwerk über, die Deiters'schen Schlussrahmen, welches an der vestibulären Fläche des Epithels der

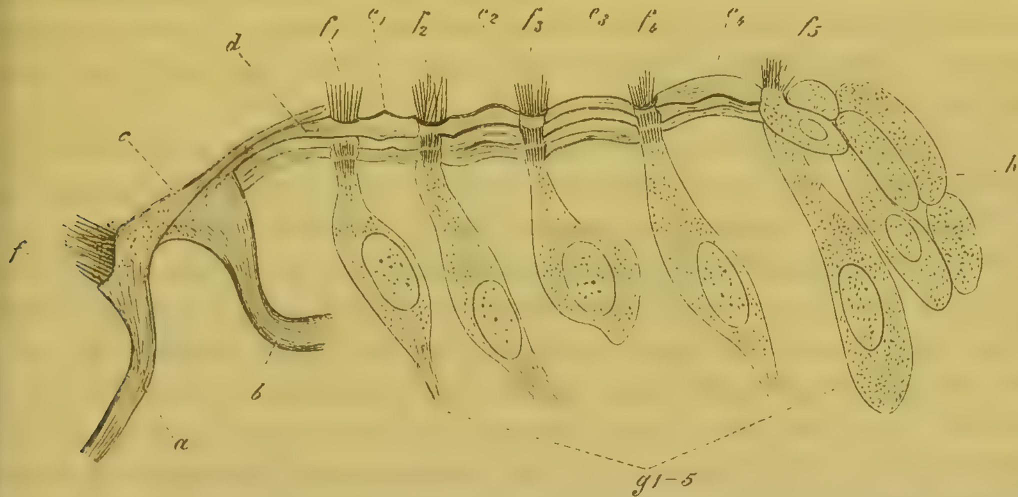


Fig. 329. Fragment der Lamina reticularis vom neugeborenen Kinde. Profilansicht. $^{800}/_{1}$. *a* Innerer, *b* äusserer Pfeiler; nur die Kopfenden erhalten. *c* Kopfplatte des inneren Pfeilers vor dem ersten Haarbüschel, f_1, endend. *d* Kopfplatte des äusseren Pfeilers mit ihrem phalangenförmigen Anhange e_1. *f* Haare der inneren Haarzelle; letztere selbst nicht erhalten. f_1—f_5 Fünf Haarbüschel von äusseren Haarzellen, durch die Ringe der Lamina reticularis austretend (an Flächenansichten konnten mit Sicherheit nur 4 Reihen Haarbüschel gezählt werden; nur hie und da fand sich noch ein gleichsam vorgeschobenes Büschel in fünfter Reihe). e_1 — e_4 Phalangen. g_1 — g_5 Aeussere Haarzellen, der Lamina reticularis noch anhängend, verstümmelt. *h* Stützzellen (Hensen).

Zona pectinata so wie der Hensen'schen Stützzellen sich ausbildet und keiner besonderen Beschreibung bedarf.

Ringe und Phalangen sind in regelmässiger Folge alternirend gestellt; immer ist eine Phalange von vier Ringen umgeben und umgekehrt; [1]) ein Blick auf Fig. 326 wird das Gesagte hinreichend illustriren. Die erste Reihe der äusseren Ringe beginnt hart am äusseren Ende der Kopfplatten der inneren Pfeiler; nach aussen bildet je eine Phalange der zweiten Reihe, an jeder Seite das phalangenförmige Endstück der äusseren Kopfplatten (Fig. 326 *k fi l n*) die Begrenzung. An der Umrahmung der Ringe zweiter Reihe participirt wieder das Endstück der äusseren Kopfplatte. Von der Begrenzung der dritten Ringe ist nur zu beachten, dass nach aussen (s. Fig. 326) die vollständig ausgebildeten Phalangen fehlen und dafür die Deiters'schen Schlussrahmen eintreten.

1) Strenge genommen gilt das freilich nur, wenn man, wie gleich näher begründet werden soll, den Begriff der Phalange weiter fasst und auch die Kopfplatten der Pfeiler, so wie die Schlussrahmen mit hierher zieht; sonst könnte man natürlich nur von den Ringen der dritten Reihe beim Menschen sagen, dass sie allseitig von Phalangen umgeben würden.

Jeder Ring ist ausgefüllt mit dem Basalsaume einer zugehörigen Haarzelle; der Rahmen der Ringe geht continuirlich in die Rahmen der anstossenden Phalangen über, so dass man bei Isolation einer Phalange, bez. eines Ringes, immer die betreffenden Stücke der angrenzenden Ringe (oder Phalangen) mit fortnimmt, gerade so wie man keine Masche eines Netzes isoliren kann, ohne die benachbarten Maschen, jede für ihren contingentirenden Theil, mit zu zerstören. Auch die Phalangenrahmen sind mit einer zarten Membran ausgefüllt, die jedoch mitunter verloren geht, so dass nur das blosse Gerüst erhalten bleibt.

Ueber eine ähnliche äussere Formbeschreibung ist man in den bisherigen Darstellungen der Lamina reticularis nicht hinausgegangen — abgesehen von der bereits durch Kölliker gegebenen richtigen Deutung derselben als einer cuticularen Deckplatte des Corti'schen Organes. Ein Verständniss dieser auf den ersten Blick so verwickelten Bildung und zugleich eine richtigere Würdigung des Corti'schen Bogens und Organes wird aber erst möglich, wenn man alle diese Theile in ihrem Zusammenhange betrachtet.

Gehen wir von innen nach aussen am Corti'schen Organe vor — wir sehen der Einfachheit wegen von der grösseren Zahl der Haarzellen beim Menschen ab — so finden wir hinter einander gelagert sechs Reihen von Zellen, die im Grossen und Ganzen alternirend gestellt sind: die inneren Haarzellen, die inneren und die äusseren Corti'schen Pfeiler und die drei Reihen äusserer Haarzellen. Die regelmässige Alternation der Stellung wird nur durch die abweichende Zahl der inneren Haarzellen und Pfeiler gestört.

Sehen wir uns die Corti'schen Pfeiler genauer an, so ergibt sich sehr bald, dass dieselben in ihrem Baue einer äusseren Haarzelle entsprechen. Jeder Pfeiler ist eine zum grössten Theile cuticular metamorphosirte Doppelzelle, deren einer Theil die kernhaltige Basis der Membrana basilaris, der andere der Lamina reticularis zukehrt. Die kernhaltige Partie dieses letzteren Theiles liegt am Kopfstücke der Pfeiler, wo wir die hierselbst vorfindlichen kernhaltigen Protoplasmareste bereits pag. 932 beschrieben haben; an den Pfeilerfüssen sind sie ja schon lange bekannt. Auch die beiden Fortsätze fehlen nicht. Der Basilarfortsatz gehört zu dem oberen Protoplasmareste, d. h. der oberen Zelle, und bildet einen Theil (die äusserste Rinde) des Pfeilerkörpers; der Phalangenfortsatz ist unstreitig durch die Kopfplatte repräsentirt; er gehört zum Protoplasmareste am Pfeilerfusse (der unteren Zelle) und ist gerade so wie bei den Haarzellen mit dem Basilarfortsatze, d. h. hier mit dem Pfeilerkörper, verschmolzen. Am deutlichsten tritt dies an den äusseren Pfeilern hervor, lässt sich aber auch an den inneren nicht verkennen. Die von Kölliker zuerst beachtete Entwickelung der Pfeiler lehrt, dass dieselben ursprünglich kegelförmige Epithelzellen der Basilarmembran sind. Dass sie aber eigentlich aus zwei Zellen verschmelzen, geht aus dem Nachweise der Protoplasmareste an Kopf und Fuss, zuweilen noch mit je einem Kerne, hervor. Zur Stunde vermag ich jedoch nicht zu entscheiden, ob jeder Pfeiler aus

zwei ursprünglich getrennten Zellen verschmilzt oder, ebenso wie ich es für die äusseren Haarzellen vermuthete, aus der Theilung einer Zelle mit nachheriger cuticularer Umbildung der Theilproducte sich heranbildet. [1])

Jede der äusseren Haarzellen entspricht, wie das aus ihrer schief nach aussen abgedachten Stellung ohne Weiteres folgt, einem Ringe mit der nach aussen hin angrenzenden Phalange. Jede Phalange ist der cuticulare Panzer einer Haarzelle, die unter demselben liegt, mit ihm fest verbunden, wie eine Schildkröte unter ihrer Schale, und ihren Kopf zu dem betreffenden Ringe hinausstreckt. So erklärt sich auch die Thatsache, dass die äusseren Phalangen kürzer werden und die letzten blos als unregelmässige Schlussrahmen erscheinen, indem die äusserste Reihe der Haarzellen weniger geneigt steht. Lange, stark abgedachte Haarzellen (Katze, Rind, Mensch) liefern eine breite Lamina reticularis mit langgezogenen Maschen, steil gestellte, kurze Haarzellen (Chiropteren), eine schmale Netzplatte mit kurzen, breiten Maschen.

Lassen wir vor der Hand die verschiedenen Eigenthümlichkeiten der inneren Haarzellen ausser Acht, so verräth der anscheinend complicirte Bau des Corti'schen Organes einen einfachen Plan. Mehrere Reihen von Cylinderzellen (Doppelzellen) sind in regelmässiger Anordnung auf einer breiten Zone des Spiralblattes hinter einander aufgestellt und zwischen zwei membranösen (cuticularen) Begrenzungen (der Lamina reticularis und der streifigen Schicht der Membrana basilaris), festgehalten. Je zwei dieser cylindrischen Doppelzellen, die Pfeilerzellen, sind zum grössten Theile ebenfalls cuticular umgewandelt, behufs Herstellung eines festen tragenden Bogens für das Ganze. Die cuticulare Decklamelle geht von den Kopfstücken des Bogens selbst aus und wird von den Enden der Zellen gebildet; sie verliert sich allmählich nach beiden Seiten in immer schwächer werdende Ausscheidungen auf dem inneren und äusseren Epithel. Abweichungen von diesem Plane sind gegeben durch die inneren Haarzellen, welche einmal nicht als Doppelzellen angesehen werden können und ferner, ebenso wie die inneren Pfeiler, an Zahl den äusseren Haarzellen nicht entsprechen. Die inneren Pfeiler erscheinen als der Mittelpunkt des Ganzen, indem sie sowohl nach innen als nach aussen hin an der Bildung der Lamina reticularis Theil nehmen.

Besonders hervorzuheben ist noch die sorgfältige Befestigung der äusseren Haarzellen, die mittelst ihrer beiden Fortsätze und ihres Kopfstückes unverrückbar zwischen der Lamina reticularis und der Basilarmembran gleichsam wie ausgespannt erhalten werden. Diese Zellen nebst den Corti'schen Pfeilern sind eine ausschliessliche Eigenthümlichkeit der menschlichen und der Säuge-

---

1) Das Kopfstück der Pfeiler entspricht nach dem Vorstehenden dem Cilien tragenden Ende der Haarzellen. Gottstein und ich haben schon seit Langem nach verschiedenen Befunden die Ansicht gehegt, dass in der That am Kopfende der Pfeiler Rudimente von Härchen vorkommen, s. z. B. die Fig. 334. Auch der fasrige Bau des Pfeilerkörpers weist darauf hin.

thierschnecke; auf die inneren Haarzellen komme ich noch bei Besprechung der Nervenendigungen zurück.

So ist nun der Apparat gebaut, zu dem sich die Endfäden des N. acusticus begeben und an dessen wesentlichsten Theilen, den beiderlei Haarzellen, sie in der That ihre directe Endigung finden. Ich schicke der darauf bezüglichen Schilderung ein paar Worte über das Verhalten des Hörnervenstammes vorauf.

N. acusticus und seine Beziehungen zum Corti'schen Organe.

Nach den Angaben von Stieda (51—53), denen ich hier hauptsächlich folge, entspringt der Acusticus mit zwei Wurzeln aus der Medulla oblongata. Die eine führt zartere Fasern und hat ihren ganglösen Ursprungskern, centraler Acusticuskern Stieda, in kleinen Ganglienkörpern am Boden der Rautengrube. Die zweite Wurzel, welche nach Stieda auffallend dicke Axencylinder, stärker als irgend ein anderer Nerv, führt, entspringt aus einem besonderen grosszelligen Ganglienkerne im Crus cerebelli ad medullam oblongatam, lateraler Acusticuskern Stieda. Auch Deiters (16) beschreibt und bildet diesen Kern ab, ohne jedoch einen Ursprung des Acusticus aus seinen Ganglienzellen anzuerkennen. Ausführlichere Angaben nebst den literarischen Nachweisen findet man bei Stieda l. c. — Die starkfasrige Wurzel führt gleich einer hinteren Rückenmarkswurzel bald nach ihrem Austritte aus der Medulla ein kleines Ganglion.

Beide Wurzeln verschmelzen rasch zu einem gemeinsamen Stamme, dessen Primitivfassern, wie Czermak (11) fand, sich nicht selten theilen und verästeln und wahrscheinlich als Primitivfibrillenbündel mit einfacher Markscheide (II, 2, pag. 116 dieses Werkes) anzusehen sind, da eine Schwann'sche Scheide an ihnen nicht demonstrirt werden kann. Im Porus auditivus int. spaltet sich der Stamm in zwei Aeste, Ramus vestibularis und Ramus cochlearis. Der erstere hat dort wieder ein kleines Ganglion, Intumescentia ganglioformis Scarpae, und zerfällt in die Rami ampullares, utricularis und in den Ramus sacculi. Der bei weitem stärkere Ramus cochlearis gibt noch ein kleines Bündel an das Septum membranaceum utriculi et sacculi (Henle (26)) und an die Reichert'sche (45) Macula cribrosa quarta ab, was jedoch Middendorp (40) bestreitet, und tritt dann durch den tractus spiralis foraminulentus direct zur ersten Windung der Lamina spiralis, sowie geradeweges in die Spindel ein, um sich von da aus zu den übrigen Windungen des Spiralblattes zu begeben. Bevor jedoch die Faserbündel in die Lamina spiralis eintreten, durchsetzen sämmtliche Aeste das Ganglion spirale im Canalis ganglionaris am Anfange der Lamina spiralis gelegen. Wahrscheinlich ist hier jede Nervenfaser durch eine bipolare Ganglienkugel interpolirt. Auch im Hauptstamme des Nerven, so wie am Ramus vestibularis werden zahlreiche eingeschaltete Ganglienzellen gefunden, die sich einfach wie kernhaltige Anschwellungen des Axencylinders ausnehmen; vgl. Fig. 26 B. Lief. I dieses Werkes.

Vom Ganglion an verlaufen die immer noch stark markhaltigen Fasern in flacher Ausbreitung mit reicher Anastomosen- und Plexusbildung (Fig. 330) zwischen der tympanalen und vestibularen Lamelle der Lamina spiralis ossea, jedoch weit näher der ersteren. Man kann hier die Anastomosen zwischen den gröberen und feineren Bündeln unterscheiden. Letztere (Fig. 330 *b*) sind beim Menschen noch unmittelbar vor dem Eintritte in den Ductus cochlearis

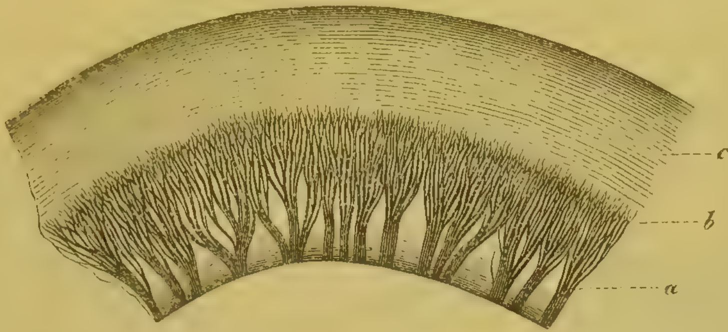


Fig. 330. Lamina spiralis der ersten Schneckenwindung von der tympanalen Fläche (1½jähriges Kind.). Ausbreitung des N. cochlearis, *a.* Starke Stämme mit zahlreichen Anastomosen. *b.* Gürtelförmige letzte Reihe feiner Anastomosen. *c.* Membrana basilaris. $^{30}/_{1}$.

sehr zahlreich, so dass dadurch im Flächenbilde eine zarte gezackte Linie bedingt wird. Rasch spitzen sich nun die einzelnen Endbündel des Nerven zu, indem die Fasern den grössten Theil ihrer Markscheide verlieren und durch feine Kanäle der Membrana basilaris in den Binnenraum des Ductus cochlearis eintreten.

Die feinen, im Allgemeinen rundlichen Nervenkanäle haben in der oberen Schneckenwindung eine messbare Länge, indem sie die Membrana basilaris schräg durchsetzen, und noch auf diesem Wege anastomosiren einzelne der blassen Nervenfasern mit einander. In der unteren Windung zeigen sie dagegen einen mehr senkrechten Verlauf, so dass man bei der Flächenansicht förmliche Löcher vor Augen hat, klein, rundlich und dicht stehend beim Menschen, grösser, von elliptischer Begrenzung beim Hunde und bei anderen Thieren (Fig. 324 *k*). Eine detaillirte Beschreibung derselben gibt Löwenberg; vgl. auch Kölliker, mikrosk. Anatomie p. 751.

Die durchgetretenen blassen Fäden beharren in der bisherigen radialen Richtung, um zu ihren Endorganen zu gelangen, und muss man, entsprechend den inneren und äusseren Haarzellen, innere und äussere Nervenendfäden unterscheiden. Sowohl die inneren wie die äusseren Fäden durchsetzen zuerst, unmittelbar nach ihren Austritte, ein schwaches Lager kleiner rundlicher Zellen, die Körnerschicht (Fig. 331 und Fig. 335 *A.*), welches unter der inneren Abdachung des Corti'schen Organes, gerade an der Durchtrittsstelle der Nervenfasern gelegen ist. Ich werde diese Körnerschicht, so wie ihre etwaigen Beziehungen zu den Nervenfasern, später bei der Betrachtung der spiralen Faserzüge des Corti'schen Organes wieder aufneh-

men, um zunächst die radialen Nervenfasern bis zu ihren Endigungspuncten zu geleiten.

Die inneren Radiärfasern treten, wie ich mehrfach constatirt habe (Fig. 335 *B*), direct durch die Körnerschicht hindurch und gehen ohne Weiteres in



Fig. 331. Senkrechter Durchschnitt des Corti'schen Organes vom Hunde. $^{800}/_{1}$. — *a–b*. Homogene Schicht der membrana basilaris. *u*. Vestibulare Schicht derselben, den Streifen der Zona pectinata entsprechend. *v*. Tympanale Schicht mit Kernen, granulirtem Zellenprotoplasma und querdurchschnittenen Bindegewebsfibrillen dazwischen. *a*. Labium tympanicum der Crista spiralis. a_1 Fortsetzung des tympanalen Periostes der Lam. spiralis ossea. *c*. Verdickter Anfangstheil der Membrana basilaris unmittelbar nach aussen von der Durchtrittsstelle der Nerven, *h*. *d*. Vas spirale. *e*. Blutgefäss. *f*. Nervenbündel. *g*. Epithel des Sulcus spiralis int. (nicht gut erhalten). *i*. Innere Haarzelle. *k*. Deren basaler Fortsatz. Um den letzteren, oberhalb der Durchtrittsstelle der Nerven, einzelne Kerne und eine feinkörnige Masse, in welche die Nervenfasern einstrahlen (Körnerschicht). *l*. Innerer Theil der Kopfplatte des inneren Pfeilers und Haare der inneren Haarzelle. *m*. Verbundene Kopfstücke beider Pfeiler; der Körper des hierhergehörigen äusseren Pfeilers in der Mitte durchgeschnitten; dahinter treten Körper und Fuss *o* des folgenden Pfeilers hervor. *n*. Fuss mit kernhaltigem Protoplasmareste des inneren Pfeilers. *p*, *q*, *r*. Drei äussere Haarzellen (Härchen nur in Spuren erhalten); nur die erste ist vollständig; von den beiden anderen sieht man nur die Kopftheile. *t*. Basaltheile zweier anderer Haarzellen. *z*. Hensen'sche Stützzelle. l-l_1. Lamina reticularis. *w*. Nervenfaden, der sich an die erste Haarzelle *p* begibt und sich unter dem Bogen durch bis zur Eintrittsstelle der Nerven verfolgen lässt.

das spitze Ende der inneren Haarzellen über. Diese Fasern haben, so viel ich sehe, eine relativ beträchtliche Stärke ($1,5-2\mu$), und halte ich sie daher nicht für einzelne Axenfibrillen, sondern für Fibrillenbündel (Axencylinder); vgl. pag. 116 dieses Werkes. Ihrem Durchmesser nach können sie sehr wohl dem ungetheilten Axencylinder einer an die Foramina nervina herangetretenen markhaltigen Acusticusfaser entsprechen. Aehnlich fand Hasse (18–25) überall die Nervenendigung an den Haarzellen der Vögel und Frösche, s. w. unten.

Die äusseren Radiärfasern begeben sich, wie Gottstein gefunden hat, zwischen je zwei inneren Pfeilern in den Corti'schen Tunnel hinein und durchsetzen denselben ungefähr in der Mitte der Pfeilerhöhe, so dass sie in der Profilansicht wie ausgespannte Harfensaiten erscheinen. In gleicher Weise

verlassen sie den Raum des Bogens wieder zwischen den äusseren Pfeilern und begeben sich, ein wenig vestibularwärts aufsteigend, direct zu den äusseren Haarzellen, mit denen sie unmittelbar verschmelzen (Fig. 331 u. 332). Bei Hunden und Fledermäusen habe ich diese Nervenendigung an mehreren Präparaten auf das überzeugendste gesehen, wenigstens was die innerste

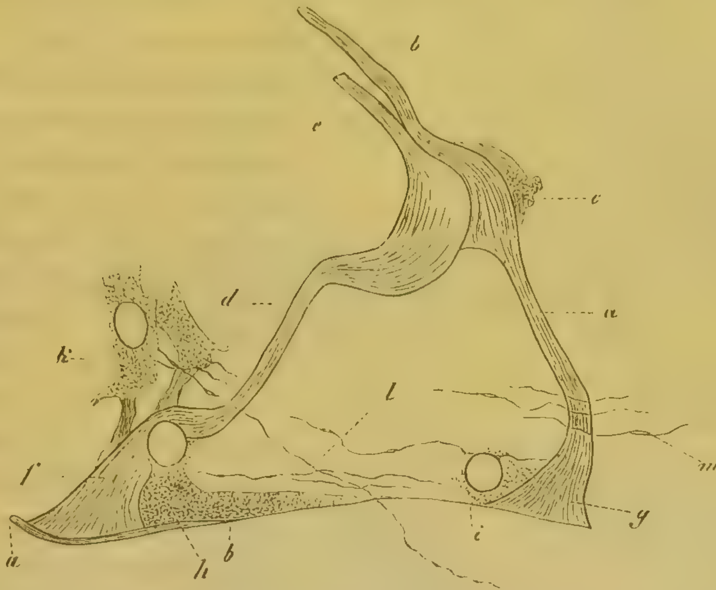


Fig. 332. Corti'scher Bogen vom Menschen (30 jähr. Mädchen). Zerzupfungspräparat. 610/1. (Die natürliche Lagerung, wie man sie an Schnitten sieht, ist nicht erhalten). *a.* Innerer Pfeiler. *b.* Dessen Kopfplatte. *c.* Anhang, wahrscheinlich von einer inneren Haarzelle herrührend. *d.* Aeusserer Pfeiler. *e.* Dessen Kopfstück (nur zum Theil erhalten). *f.* Dessen Fuss. *g.* Fuss des inneren Pfeilers. *h.* Kern mit weit zwischen beiden Pfeilern hinziehendem Protoplasma. *i.* Kern des inneren Pfeilerfusses. *k.* Rudimente zweier äusserer Haarzellen. *l. m.* Bruchstücke radialer deutlich variköser Fäden, welche sich zum Theil bis zu den äusseren Haarzellen verfolgen lassen (Nervenfäden).

Reihe der Haarzellen betrifft. Für die weiteren Reihen wird aber wohl derselbe Endigungsmodus zulässig sein, da man oft mehrere Fasern zugleich zwischen den äusseren Pfeilern durchtreten sieht.

Die äusseren Radiärfasern erschienen mir stets weit zarter als die inneren. Frisch (Fig. 332 und 333) gleichen sie auf das Genaueste den von Max Schultze aus der Retina beschriebenen feinsten Axenfibrillen mit ihren characteristischen tropfenförmigen Varikositäten, wie sie zu den Stäbchenkörnern hin verlaufen; besonders schön habe ich das an einem Osmiumpräparate von Gottstein gesehen. Auch aus der Schnecke hat bekanntlich Max Schultze (50) zuerst solche blasse Nervenfibrillen beschrieben, und bin ich geneigt, alle diese feinsten varikösen Fibrillen, welche man im sulcus spiralis internus neben den zu den inneren Haarzellen gehenden stärkeren Fasern antrifft, auch wenn sie scheinbar, wie in Fig. 333, zu den inneren Haarzellen treten, für äussere Radiärfasern zu halten, welche ja alle diesen Weg verfolgen müssen. Dasselbe gilt für die feinen Fasern in Fig. 335 *A*, welche in der Körnerschicht und zwischen den inneren Haarzellen aufwärts steigen; denn, wie erwähnt,

waren diejenigen Fasern, welche ich mit Bestimmtheit an den inneren Haarzellen enden sah, weit stärker. Die Varikositäten der äusseren Radiärfasern, s. auch Fig. 17 pag. 109 dieses Werkes, sind mit nichts Anderem zu verwechseln; wer einmal diese ächten varikösen Nervenfädchen in der Schnecke gesehen hat, wird nicht leicht in die Versuchung kommen, Bindegewebsfibrillen für Nervenfäserchen zu halten. Allerdings sieht man auch an den äusserst zarten Bindegewebsfibrillen der tympanalen Fläche der Basilarmembran hie und da kleine körnige Anschwellungen in ziemlich regelmässiger Folge, doch haben diese niemals den eigenthümlichen Glanz und die exquisite Tröpfchenform der ächten Nervenvarikositäten. Mit Berücksichtigung dieser beiden Eigenschaften so wie des Umstandes, dass die Tröpfchen sich in Ueberosmiumsäure schwärzlich färben, möchte ich die ächten Nervenvarikositäten für den Ausdruck einer äusserst zarten Markhülle erklären, die somit auch den Max Schultze'schen Primitivfibrillen, meinen Axenfibrillen, nicht fehlen würde. Hasse läugnet dagegen auch an den stärkeren Nervenendfäden der Vögel und Frösche die Markhülle, schreibt ihnen jedoch nach dem Eintritte in den Ductus cochlearis noch eine zarte Schwann'sche Scheide zu. Ich habe weder bei Vögeln, noch bei Säugern eine dieser Auffassung günstige Beobachtung machen können.

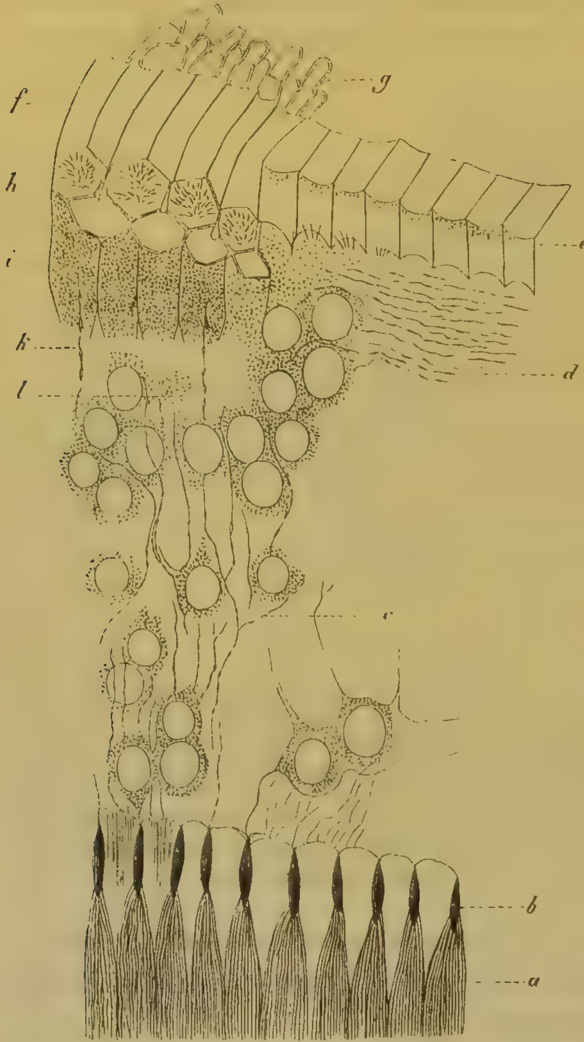


Fig. 333. Akustische Körnerschicht des Hundes mit den angrenzenden Partien; die Zeichnung entspricht 2 Präparaten, von denen das eine die Strecke von *f*–*l* umfasst. Der Anfangstheil des Corti'schen Bogens sammt den inneren Haarzellen stark nach aussen verschoben, die Körnerschicht aus einander gezerrt. 610/1. — *a.* Nervenbündel, schematisch gehalten. *b.* Foramina nervina. *c.* Kornzellen mit Fortsätzen und feinen Fibrillen dazwischen, die zum Theil bis an die Nervendurchtrittslöcher herabgehen. *d.* Spiraler Faserzug an den inneren Haarzellen, wie es scheint, zum Theil aus den radialen Fibrillen umbiegend. *e.* Kopfstücke der inneren Pfeiler. *g.* Anfangstheil der Lam. reticularis. *h.* Haare der inneren Haarzellen *i.* *f.* Kopfplatten der inneren Pfeiler. *k, l.* Deutlich varikōse Nervenfädchen sich in der Höhe der inneren Haarzellen verlierend.

Die nervöse Natur der so eben beschriebenen Radiärfasern und ihre Endigung an den inneren und äusseren Haarzellen glaube ich nach zahl-

reichen, von GOTTSTEIN und mir hergestellten Präparaten als eine sichere Thatsache für die Kenntniss der Gehörschnecke in Anspruch nehmen zu dürfen. Ich bin überzeugt, dass Niemand, der mit guten Methoden arbeitet, sie wird läugnen können. Es muss aber die Frage aufgeworfen werden, ob nicht noch andere nervöse Elemente, ich meine die von MAX SCHULTZE entdeckten spiral verlaufenden Faserzüge, in der Schnecke vorkommen.

Nach meinen Beobachtungen kann man am Corti'schen Organe zwei Hauptzüge spiraler Fasern unterscheiden, den inneren und den äusseren Zug. Der innere und zugleich schwächste Zug (Fig. 334 *i*. Fig. 335 *Ac*.)

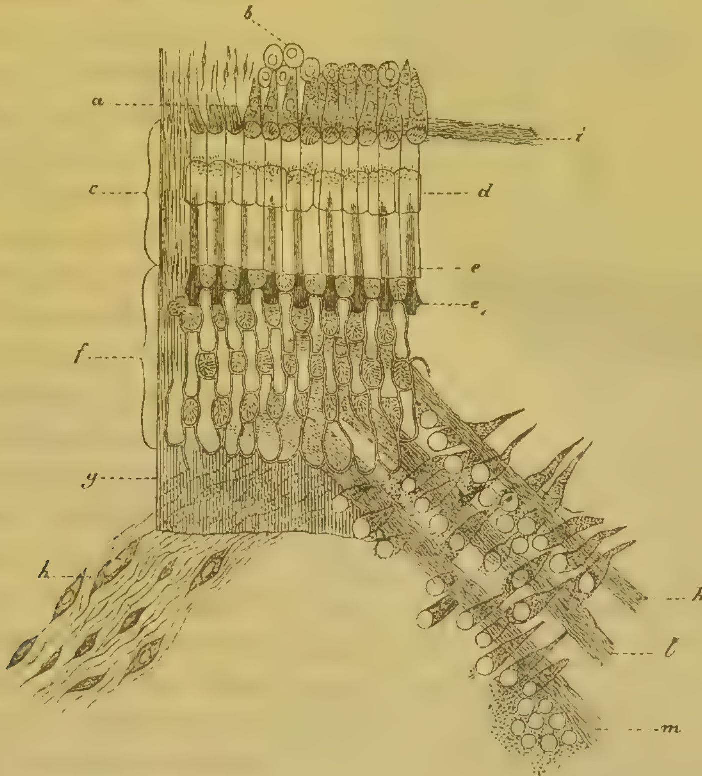


Fig. 334. CORTI'sches Organ vom Menschen (28 jähr. Frau). Flächenansicht. Zerzupfungspräparat. Spirale Faserzüge. 400/1. *a*. Innere Haarzellen. *b*. Kleine runde Zellen des Sulcus spiralis int. *c*. Kopfstücke der CORTI'schen Pfeiler. *d*. Kleine punktförmige Bildungen auf den letzteren. *e*. Kopfplatte eines äusseren Pfeilers, durch die Kopfplatte des inneren durchschimmernd und in die erste Phalange, e_1, übergehend. *f*. Lamina reticularis mit 4 Reihen von Haarringen und 4 Reihen Phalangen, welche in grosse Platten (DEITERS'sche Schlussrahmen) übergehen. *g*. Membrana basilaris. *i*. Innerer spiraler Faserzug. *k*, *l*, *m*. 3 äussere spirale Faserzüge mit äusseren Haarzellen dazwischen. *h*. Bindegewebe mit Spindelzellen von der tympanalen Fläche der membrana basilaris.

entspricht der Reihe der inneren Haarzellen und zieht unter der Lamina reticularis am unteren Ende dieser Zellen vorbei. Der äussere Zug besteht eigentlich aus drei parallelen Abtheilungen, welche den drei Reihen der äusseren Haarzellen folgen, in deren Zwischenräumen in gleicher Höhe wie der innere Zug er verläuft. Die innerste Abtheilung zieht zwischen der Reihe der äusseren Pfeiler und der ersten Haarzellenreihe hin, die beiden anderen in den Zwischenräumen der folgenden Reihen. Beim Menschen (Fig. 334)

habe ich bis jetzt auch nur 3 Abtheilungen des äusseren Zuges gesehen, ungeachtet hier mehr Haarzellenreihen vorkommen, und, wie schon Löwenberg angibt, die spiralen Fasern hier am leichtesten zu sehen sind. Sehr oft, s. Fig. 334, erhält man die Haarzellen bei Isolationspräparaten zwischen den Faserzügen diesen fest anliegend; doch ist es mir nicht gelungen, eine Verbindung zwischen Fasern und Zellen zu ermitteln.

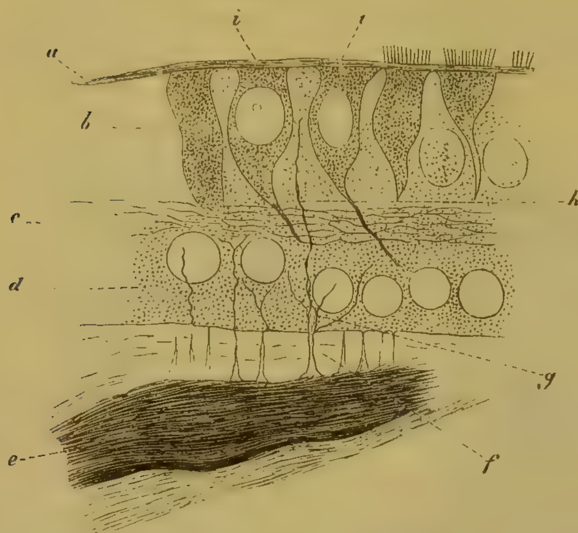


Fig. 335 A. u. B. Zwei Längsschnitte (Spiralschnitte) des Corti'schen Organes durch die Region der inneren Haarzellen. Vesperugo noctula. 800/1. A) *a*. Cuticula (Durchschnitt der inneren Abtheilung der Lamina reticularis) mit einzelnen vorstehenden Haarbüscheln. *b*. Innere Haarzellen, davon zwei mit langen, etwas geschrumpften Fortsätzen. *c*. Spirale Fasern. *d*. Körnerschicht. *e*. Nervenbündel (schräger Durchschnitt). *f*. Einzelne durchtretende Nervenfasern. *g*. Eine solche, welche sich in der Körnerschicht in mehrere Fäden theilt. *h*. Eine längere feinere Faser, welche zwischen den Haarzellen aufwärts verläuft.

Die Fibrillen der Spiralzüge gehören zu den zartesten Bildungen, welche die Histologie kennt. Bei schwächeren Vergrösserungen erscheinen sie, wie schon Hensen (27) angibt, indem er sie mit der molekularen Schicht der Retina vergleicht, fast wie eine feinkörnige Masse ähnlich einer feinfaserigen Neuroglia. Unter sehr starken Linsen zeigen sie äusserst feine unregelmässige Varikositäten, die jedoch mehr den körnigen Anschwellungen entsprechen, wie ich sie vorhin von den feinsten Bindegewebsfibrillen schilderte, und von den zarten tropfenförmigen Varikositäten der radiären Nervenprimitivfibrillen sich deutlich unterscheiden. Ich muss diesen Unterschied zwischen den spiralen Fibrillen und den äusseren radiären Nervenendfasern, wie er an frischen und an Ueberosmiumpräparaten sich darstellt, besonders hervorheben. Dass ich wirklich die spiralen Faserzüge des Corti'schen Organes vor mir gehabt habe, und keine Verwechslung mit tympanalen Fasern vorgekommen ist, werden die Abbildungen Fig. 334 u. Fig. 335 A zur Genüge erweisen.

Woher die spiralen Faserzüge des Corti'schen Organes stammen, und welche Bedeutung sie haben, vermag ich zur Zeit nicht mit Bestimmtheit anzugeben. Am meisten Aufschluss darüber lässt sich wohl von der Region der inneren Haarzellen als der Durchtrittsstelle der Nervenfasern und Sitz der vorhin erwähnten Körnerschicht erwarten. Zerzupfungspräparate dieser entschieden wichtigsten Partie des Corti'schen Organes liefern Bilder, wie Fig. 333 sie wiedergibt. Zwischen den Haarzellen und den Durchtrittsstellen der Nerven liegt eine Schicht kleiner rundlicher Zellen mit relativ grossen Kernen und äusserst zartem Protoplasma, welches man selten unversehrt erhalten

sicht. Von diesen Zellen, die ich vorläufig mit dem Namen »Kornzellen« bezeichnen möchte, gehen nach verschiedenen Richtungen hin Ausläufer ab, welche ganz und gar den Fibrillen der spiralen Züge gleichen und auch (bei *d*) in diese umzubiegen scheinen. [1]) Auf Längsschnitten der Lamina spiralis (Fig. 335 A) folgen die Elemente der inneren Haarzellenregion in fünffacher Lage aufeinander: Nervenfasern *e*, Körnerschicht *d*, spirale Faserlage *c*, zwischen deren Fasern die Fortsätze der inneren Haarzellen *b* wie in einem Strickwerke von Fäden stecken, und endlich die haartragende Cuticula (*a*). Man sieht die Nervenfasern als stärkere (*g*) und feinere (*f*) Axenfibrillenbündel in die Körnerschicht eintreten; auch habe ich, wie bei *g*, Theilungen stärkerer Fibrillenbündel gesehen. Einzelne der schmalen Nervenfäserchen gehen zwischen den Haarzellen aufwärts; diese müssen nach dem vorhin, p. 945, Bemerkten wohl als äussere Radiärfasern angesehen werden, welche zwischen den inneren Haarzellen und den Pfeilern nur durchtreten. Ob ausserdem nun andere Nervenfibrillen noch in die Ausläufer der Kornzellen übergehen und durch Vermittelung derselben oder direct, wie MAX SCHULTZE ([50]) und DEITERS ([13]) angeben, mit spiralen Fasern zusammenhängen, resp. in die letzteren umbiegen, so dass diese als Nervenprimitivfibrillen angesehen werden müssten (MAX SCHULTZE [2]), das habe ich nicht entscheiden können. Ich beschränke mich hier zunächst auf das rein Thatsächliche, so weit ich es vertreten darf; weiter unten komme ich noch auf die Bedeutung des Spiralfasersystems zurück.

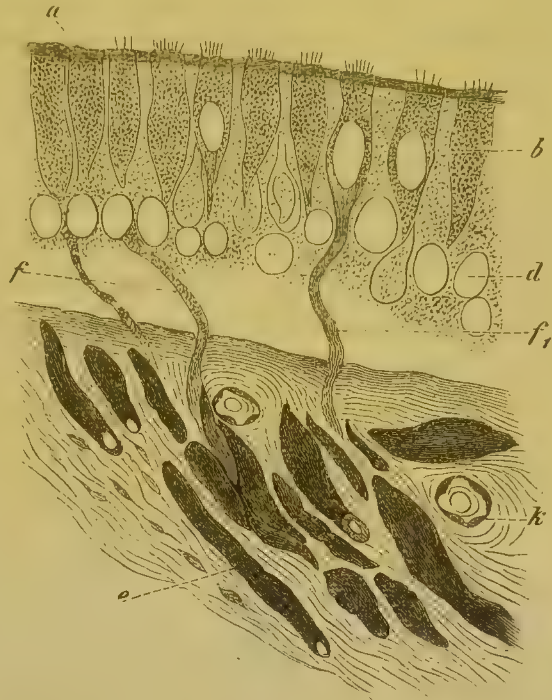


Fig. 335 B. *a*, *b*, *d*, *e*. wie vorhin. *f*. Durchtretende Nervenfaser. f_1 Eine solche, welche mit einer Haarzelle verschmilzt. *k*. Querdurchschnittenes Blutgefäss.

---

1) Leider ist die Zeichnung Fig. 333 nicht gut genug ausgefallen, um die Zartheit der in Rede stehenden spiralen Fasern und den Unterschied derselben von den ebenfalls mangelhaft wiedergegebenen varikösen Nervenfibrillen, die ich zum Vergleiche aus einem anderen Präparate hatte daneben zeichnen lassen (*k* und *l* in der Figur), treu zu veranschaulichen.

2) Nach einer brieflichen Mittheilung, auf welche ich hier mit freundlicher Genehmigung des Autors Bezug nehmen kann, stützt sich die Angabe MAX SCHULTZE's von dem directen Umbiegen der marklos gewordenen Acusticus-Fasern in spirale Faserzüge vornehmlich auf eine Reihe Präparate vom Menschen. MAX SCHULTZE vergleicht dieses spiral laufende Lager markloser Nervenfasern mit der Opticusfaserschicht der Retina, in welches ebenfalls die markhaltigen Opticusfasern sofort umbiegen.

Schnecke der Vögel und Amphibien.

Die Vogelschnecke zeigt gegenüber der Schnecke der Säugethiere einen einfacheren Bau. Im Schneckenkörper finden wir zwischen zwei Knorpelstäben eine Membrana basilaris ausgespannt; ihr gegenüber als Decke des Ductus cochlearis das schon beschriebene Tegmentum vasculosum. Die innere Auskleidung des Ductus besteht aus Epithelzellen von verschiedener Grösse und Form, aus Haarzellen und Kornzellen — letztere beiden Formen jedoch nur an denjenigen Stellen, wo Nerven zur Schneckenwand treten — und aus einer Membrana tectoria.

Die grossen Epithelzellen sind sehr hell und durchscheinend, cylindrisch: am längsten auf den sogenannten Gehörzähnen, Vorsprüngen des unteren viereckigen Knorpelstabes; Hasse ([20]) bezeichnet sie als »Zahnzellen«; wahrscheinlich dienen sie, seinen Angaben nach, der Ausscheidung der Membrana tectoria. Die letztere ist über die ganze Haarzellenregion ausgebreitet, nirgends angeheftet, in der Lagena von vollkommen schleimiger Beschaffenheit mit zahlreichen Otolithen darin. Sie zeigt auf ihrer tympanalen Fläche eine regelmässige Mosaik von den Abdrücken der Haarzellen, deren Cilien in die

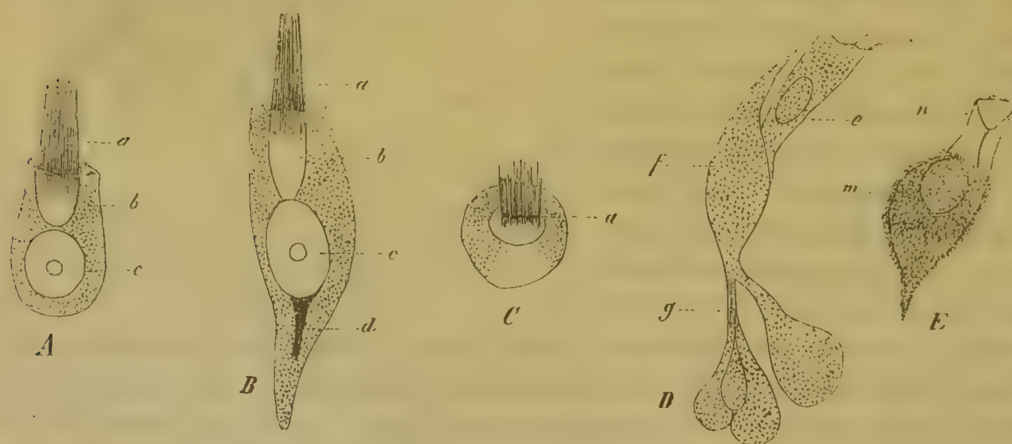


Fig. 336. Isolirte Zellen aus der Schnecke der Taube. 800/1. Frisch in 0,5 pc. Kochsalzlösung. A. B. C. Haarzellen. A und B. Längsansicht. C. von der Endfläche. a. Haarschopf. b. helle becherförmige Stelle. c. Kern mit Kernkörper. d. Basalfortsatz mit dunklem bis zum Kern reichendem Faden. D. Eine Gruppe von kleinen zellenähnlichen Gebilden, g, welche durch stielartige Fortsätze mit einer Zahnzelle (f zusammenhängen. e. Haarzelle. E. Tegmentalzelle. m. Dunkel gekörnter kernhaltiger Zellkörper mit hellem Endstücke n.

Substanz der Membran hineinragen. — Die Haarzellen selbst nehmen im Schneckenkörper wie bei Säugern nur eine bestimmte Zone ein: das blinde Ende der Lagena ist aber ganz von ihnen ausgefüllt.

Jede Haarzelle ist von einem Kranze cylindrischer heller Epithelzellen, den Zahnzellen Hasse's, umgeben; sie hat eine cylindrische, nach unten etwas ausgebauchte Form und geht in einen langen Fortsatz über. Ihr oberes Ende trägt ein starkes Büschel feiner starrer Haare von erheblicher Länge.

DEITERS (11) und HASSE (20) lassen ebenso, wie früher LEYDIG (36), statt des Haarbüschels ein einziges starkes langes Haar auf der Endfläche der Zellen stehen, und halten, ungeachtet einiger von ihnen angegebener Befunde, dass dieses anscheinend solide Haar Spuren eines Zerfalles in Einzelhärchen zeige, an dieser entschieden irrigen Auffassung der Sache fest. Sie nennen daher die in Rede stehenden Gebilde »Stäbchenzellen«, welchen Namen ich mit der Bezeichnung »Haarzellen« vertauschen zu müssen glaubte, schon um die Uebereinstimmung dieser Zellen mit den inneren Haarzellen der Säugethiere, denen sie am meisten gleichen, zum Ausdrucke zu bringen. Bei der Ansicht von der Fläche hat es den Anschein, als ob das Haarbüschel aus einer kelchartigen Vertiefung der Zellen hervortrete und sich nach innen bis an den Kern erstrecke. Das obere (freie) Ende der Zellen trägt ausserdem einen cuticularen Saum. Mitunter habe ich noch vom Kerne aus einen feinen Faden zum basilaren Fortsatze der Zelle ziehen sehen. Etwas Aehnliches bildet HASSE bei Fröschen und von den Haarzellen des Bogenapparates der Vögel ab; hier zieht jedoch der dunkle Contour vom Zellenkerne zur freien Fläche hin.

Sowohl bei Vögeln als bei Fröschen hat nun HASSE (18—21) als erste sichere Beobachtung einer Nervenendigung in der Schnecke den unmittelbaren Uebergang je einer ungetheilten marklos gewordenen Nervenfaser in den basilaren Fortsatz der Haarzellen nachgewiesen. Ich kann nach eigenen Präparaten von der Taube seinen Angaben nur beipflichten; es sind hier ganz dieselben Verhältnisse, wie bei den inneren Haarzellen der Säuger (Fig. 335 B). — Auch die Kornzellen fehlen den Vögeln nicht; sie bilden ein schmales Lager am Grunde der Haarzellen dicht oberhalb des Nerveneintrittes und stehen ebenfalls mit feinen Fortsätzen in Verbindung. HASSE (21, 22) hält sie für verkümmerte Epithelzellen.

Für die niederen Thiere fehlt mir eine genügende Reihe eigener Erfahrungen. Nach HASSE (23—25) gestaltet sich im Principe die innere Auskleidung der Schnecke und die Nervenendigung bei Fröschen ebenso wie bei den Vögeln; was nach LEYDIG und DEITERS, abgesehen von dem fehlenden Nachweise der Nervenendigung, auch für die Reptilien gelten würde. — Bildungen, die den Corti'schen Pfeilern, den äusseren Haarzellen und der Lamina reticularis entsprechen, kommen, wie ich hier nochmals hervorheben möchte, ausserhalb der Säugethierklasse nicht vor.

Vergleichend anatomische und physiologische Bemerkungen.

Die anatomischen Thatsachen weisen mit Sicherheit darauf hin, dass in den Haarzellen der wesentlichste Theil des Schneckenapparates gegeben ist. Dabei müssen wir beachten, dass die Haarzellen der Amphibien, Reptilien und Vögel in ihrem Baue und in ihrer Stellung sich mehr wie die inneren Haarzellen der Säugethiere verhalten, bei denen durch den Corti'schen Bogen und die äusseren Haarzellen etwas ganz Neues hinzukommt, welches sich in*

höchster Ausbildung beim Menschen findet. Gerade so wie es Hasse bei Vögeln und Batrachiern constatirt hat, treten zu den inneren Haarzellen der Säugethiere ungetheilte Axencylinder als Nervenendfasern heran. Die inneren Haarzellen bilden keine Doppelzellen und sind nicht in der eigenthümlichen Weise befestigt, wie die äusseren. Ob zwischen ihnen bei Säugern noch besondere, den Zahnzellen Hasse's entsprechende Gebilde vorhanden sind, wie es mitunter an Längsschnitten der Lamina spiralis den Anschein hat, muss ich für jetzt noch unerledigt lassen. — Im Corti'schen Bogen muss man wohl wesentlich einen Stützapparat für die Haarzellen sehen.

Eine eingehendere Würdigung verdient die Membrana tectoria und die Otolithenmasse. Hasse (20—24) hat beide Gebilde in eine Kategorie zusammengestellt und sie als schwingende Apparate aufgefasst, deren von aussen angeregte Vibrationen direct auf die Nervenenden, zunächst auf die Cilien der Haarzellen, übertragen würden; sie seien also die wesentlichsten empfindungserregenden Einrichtungen des inneren Ohres, wie das von den Otolithen bekanntlich schon seit jeher angenommen wurde. Ich möchte diesen Bildungen eine nicht minder bedeutungsvolle, aber gerade entgegengesetzte Function zuschreiben und sie als Dämpfungsapparate ansehen. Helmholtz (Tonempfindungen etc.) hat gezeigt, dass an den Einrichtungen des inneren Ohres ein sehr vollkommener Dämpfungsmechanismus existiren muss, und ich glaube, dass kein Bestandtheil des Labyrinthes vermöge seiner anatomischen Construction und seiner Lagerung geeigneter sein dürfte, in dieser Weise zu fungiren, als die Membrana tectoria und die Otolithen. Die letzteren sind meist Aggregate kleiner Krystalle, ohne regelmässige Anordnung in einer schleimigen Masse suspendirt, welche ihrerseits den Hörhärchen aufliegt. Selbst die grossen einfachen Otolithen der Fische und anderer Thiere sind wesentlich Agglomerate zahlloser kleiner Krystalle. Man wird mir zugeben, dass ein solcher Apparat, der an einen »Sandsack« erinnert, gerade nicht dazu angethan sein kann, in regelmässige Schwingungen zu gerathen, sondern viel eher im Stande ist, die Schwingungen anderer Körper, mit denen er in Berührung kommt, zu dämpfen. Es spricht auch dafür die von Hensen[1]) bei Dekapoden gemachte Beobachtung, dass diese Thiere zum Theil beliebige Quarzkörnchen oder Harnsäurekrystalle, welche man in ihren Bereich brachte, verwenden, um ihre bei jeder Häutung verloren gehenden Otolithen zu ersetzen. — Die schleimige Consistenz der Membrana tectoria, von der vorhin bereits die Rede war, ihre vollkommen freie Lage, wie ein Gallertschleier gerade auf dem Haarzellen tragenden Theile des akustischen Endapparates, befähigen auch sie, wie mir scheint, bei weitem mehr als Dämpfungsapparat zu wirken, als in dem von Hasse angenommenen Sinne.

---

1) Zeitschrift für wissensch. Zool. Bd. 13. 1863. p. 319 ff.

Corti'sches Organ und Retina.

Es liegt nahe, diejenigen beiden Sinnesapparate, denen vorzugsweise die Ueberführung regelmässig schwingender Bewegungen auf Nervenenden zugewiesen ist, auch morphologisch zu vergleichen. Der Vergleich erscheint um so mehr geboten, als die unten angezogenen Arbeiten von Stricker, Schenk, Török u. A. ergeben haben, dass genetisch keine principielle Differenz zwischen Labyrinthbläschen und primärer Augenblase besteht, indem beide von demselben Keimblatte, dem Sinnesblatte, bei den Batrachiern wenigstens, abstammen. Für einen detaillirten Vergleich mangelt freilich noch die genaue Kenntniss der Entwickelung, doch ergibt auch das bereits Bekannte in Verbindung mit der Betrachtung der fertigen Organe eine Parallele, die ich hier, wenn auch nur in kurzen Dimensionen, ziehen möchte.

Dass Sklera und knöchernes Schneckengehäuse einander entsprechen, wird Niemand bezweifeln; ich erinnere dabei an die Knochenbildungen in der Vogelsklera, an den Knorpel in der Sklera der Batrachier etc. Die bindegewebige Wand des Ductus cochlearis ist der Chorioidea gleichzusetzen, wobei die Treppengänge als besonders stark entwickelte Perichoroidealräume, vgl. pag. 921, sich darstellen. Auch die Lamina fusca der Sklera fehlt nicht, indem das Periost der Schneckenwand so wie der mittlere zarte Theil des äusseren Bindegewebskissens (e. Fig. 321 und 322) dieselben grossen verästelten Pigmentkörper führen wie jene. Das Corpus ciliare wird evident durch die Stria vascularis repräsentirt, die ja bei den Vögeln als Tegmentum vasculosum ganz dieselben Bildungen aufweist, wie wir sie in den Processus ciliares vor uns haben.

Für die Weiterführung des Vergleiches müssen wir uns an die Thatsache halten, dass beim Auge eine Einstülpung der primären Augenblase stattfindet, so dass dieselbe die Form eines Bechers erhält, dessen Fuss gewissermaassen der Opticus darstellt und dessen Wandungen, wie sich unmittelbar aus der Thatsache der Einstülpung ergibt, doppelt sein müssen (s. Kölliker ([62]) pag. 276). Die beiden Lamellen der so entstandenen (vorn offenen) becherförmigen, secundären Augenblase biegen am Becherrande continuirlich in einander um, die äussere Lamelle setzt sich in den Opticus fort; die innere bildet für sich allein den Becherboden und entwickelt sich zur Retina, die äussere zum Tapetum nigrum. Eine solche Einstülpung vollzieht sich beim Ductus cochlearis nicht. Denkt man sich nun auch bei der primären Augenblase diesen Einstülpungsvorgang etwa im Beginne gehemmt, so würde sich diese wie eine von der Einstülpungsseite her abgeflachte Blase darstellen, im Durchschnitte etwa wie die mit c_3 und c_4 Fig. 320 bezeichneten Durchschnitte des Ductus cochlearis. Die abgeflachte, bez. in der Einstülpung begriffene Seite (die tympanale in der Figur) würde zugleich diejenige sein, welche sich zur Retina entwickelte; der Binnenraum zwischen Stäbchenlage und Pigmentepithel, welcher später bei der bis zur äussersten Möglichkeit fortgesetzten Einstülpung wegfällt, bliebe bestehen; man würde eine Wand der primären Augeblase (hier die tympanale, Fig. 320 c_3) haben, deren Zellen in den Binnenraum hinein zu den besonderen Elementen der Retina sich entwickelten, während die übrigen Innenflächen der Blase mit dem kurzcylindrischen Pigmentepithel des Tapetum nigrum überkleidet wären, das aber continuirlich von allen Seiten in die Zellen des Retinapolsters, des optischen Endapparates, überginge.
So liegen nun die Verhältnisse thatsächlich beim Ductus cochlearis. Sein Binnenraum entspricht dem Binnenraume der primären Augenblase; statt der Einstülpung ist an einer Stelle die innerste Schicht seiner Wandung (d. h. die aus dem Sinnes-

blatte entstandene, der primären Augenblase entsprechende Lage) zu einem Nervenpolster, dem acustischen Endapparate (Corti'schen Organe), ausgebildet, das nur anstatt der Form einer Scheibe die einer gürtelförmigen Platte hat, und dessen innerste Zellenlage (Haarzellen) continuirlich in die übrige Epithelauskleidung des Ductus übergeht.

Auch für das histologische Detail fehlt die Uebereinstimmung zwischen Retina und Corti'schem Organe nicht. Das Epithel führt hier wie in den Zellen des Tapetum nigrum körniges Pigment, was beim Ductus cochlearis nur lichter gefärbt ist; ja, beim Menschen liegen diese Pigmentkörner, wie erwähnt, auch in der Lamina reticularis. Für das Weitere verweise ich auf den Durchschnitt in Fig. 335 A. Ich finde die Stäbchen- und Zapfenschicht, so wie die äussere Körnerlage am Corti'schen Organe durch die Haarzellen vertreten; die Aussenglieder der Stäbchen entsprechen den Cilien; der Protoplasmakörper der Haarzellen den weichen Innengliedern, Stäbchen- bez. Zapfenkörnern. Bei der Retina ist hier, wie man sieht, eine reichlichere Gliederung eingetreten. Dabei dürften vielleicht die Stäbchen den äusseren Haarzellen, die Zapfen den inneren Haarzellen morphologisch gleichwerthig sein; wenigstens deutet das Verhalten der Nerven darauf hin, indem, gerade so wie zu den Zapfen, zu den inneren Haarzellen relativ dicke Axenfibrillenbündel treten, die äusseren Haarzellen dagegen gleich den Retinastäbchen nur feine Einzelfibrillen erhalten. Ob auch physiologische Unterschiede zwischen den inneren und äusseren Haarzellen bestehen, wie sie Max Schultze uns für die Zapfen und Stäbchen kennen gelehrt hat, darf wohl vermuthet werden. Die starke Cuticularbildung der Lamina reticularis wäre ohne Homologie in der Netzhaut, wenn wir nicht die Limitans externa damit vergleichen wollen, wogegen zur Zeit noch erhebliche Einwände erhoben werden könnten.

Die Spiralfaserzüge (c. Fig. 335 A.) des Corti'schen Organes sind der Zwischenkörnerschicht, die acustische Körnerschicht (*d*) offenbar der inneren Körnerschicht der Retina zu parallelisiren; wenigstens stimmt das ganze mikroskopische Verhalten der beiden Strata am meisten überein. Die Ganglienzellenschicht, im Ganglion spirale vertreten, liegt beim Ductus cochlearis weit ab; daher fehlt auch eine strenge Homologie mit der Molekularschicht der Retina, für welche man allenfalls das feine netzförmige Bindegewebe, welches die Acusticusfasern vom Ganglion bis zum Eintritte in die Foramina nervina umgibt, in Anspruch nehmen kann.

Für den ganzen Vergleich ist noch der Umstand in Erwägung zu nehmen, dass die Elemente der Retina zum grössten Theile senkrecht auf einander, die des Corti'schen Organes dagegen, wenigstens was die Gruppe der äusseren Haarzellen betrifft, neben einander geschichtet sind, ähnlich wie bei der Retina am gelben Flecke. Eine der Linse und dem Glaskörper entsprechende Formation darf am Ductus cochlearis nicht gesucht werden. Ich bin mir wohl bewusst, wie unvollkommen der versuchte Vergleich zur Stunde noch bleiben muss; doch habe ich denselben schon deswegen hier skizziren wollen, weil wir von fortgesetzten Studien in dieser Richtung — wenngleich morphologische und physiologische Identität oft weit aus einander liegen — wohl auch einigen Nutzen für das Verständniss des Ohrlabyrinthes erwarten dürfen.

Controverspunkte; geschichtliche Bemerkungen.

Bezüglich der von obiger Darstellung abweichenden Angaben Anderer empfiehlt sich eine Beschränkung auf die Hauptsachen. Es kann nicht Zweck dieser Arbeit sein, alles Detail, welches hier ebenso wie bei der Retina schon in den zahlreichsten Versionen fast über jedes Schneckengebilde vorliegt, durchzusprechen.

Zunächst muss hervorgehoben werden, dass Deiters ([13]), Löwenberg ([37—39]) und Henle ([26]) die Membrana tectoria an die Aussenwand des Ductus cochlearis und zwar in der Gegend des Lig. spirale accessorium sich festheften lassen. Gottstein und ich haben an vielen grösstentheils gut gelungenen, auch von Leimpräparaten gefertigten Schneckendurchschnitten niemals etwas davon gesehen; ebenso wenig Kölliker ([30]), Middendorp ([10]) und Rosenberg ([49]). Die Abbildungen von Löwenberg und Henle stimmen auch nicht recht zusammen; der Löwenberg'sche vierte Schneckencanal (canal que j'ai découvert Löwenberg), Henle's obere Kammer, müssen daher wol aufgegeben werden. Die detaillirteste Beschreibung der Crista spiralis geben Deiters ([13]) und Henle ([26]). Ersterer stellt die kleinen Epithelzellen derselben zum Bindegewebe. Hensen ([27]), dem Kölliker ([30]) und Middendorp ([10]) beizustimmen geneigt sind, fasst die von mir als osteoide Substanz gedeutete Grundsubstanz der Crista als eine epitheliale Ausscheidung auf. Den Zusammenhang der Warzen der Crista mit den Zähnen hat zuerst Henle ([26]) demonstrirt; auch wies er tuberkelförmige Verdickungen an der tympanalen Fläche der Membrana basilaris nach. — Von den zwei Formen der Lamina reticularis, welche Henle ([26]) beschreibt, kann ich nur die zweite als die natürliche anerkennen; die erstere entsteht in Folge von Zerrungen aus dieser. Ganz frische Präparate lassen die Lamina ret. immer am besten sehen.

Auch von den inneren Pfeilern hat Henle ([26]) zwei verschiedene Formen beschrieben, bezüglich derer ich mich dem negirenden Urtheile Middendorp's ([10]) anschliessen muss. Letzterer lässt, wie Deiters ([13]), die Pfeiler hohl sein; wirkliche Querschnitte, die ich an Gottstein's und meinen Präparaten häufig genug zu Gesichte bekommen habe, erweisen dieselben als vollkommen solide, dichten Faserbündeln gleichende Bildungen. Gegenüber der aufs Neue wiederholten Behauptung Kölliker's ([30]), dass die äusseren Pfeiler Varicositäten bilden, kann ich nur versichern, dass ich dergleichen unter keinen Umständen habe sehen können; übrigens ist diese Sache gegenwärtig ohne allen Belang.

An dem unteren Ende der inneren Haarzellen beschreibt Löwenberg ([39]) Fortsätze, welche sich verästeln und mit den Fortsätzen der Kornzellen in Verbindung treten sollen, was mir zu sehen nicht gelungen ist.

Die genaueste Beschreibung der äusseren Haarzellen lieferte Deiters ([13]). Alle späteren Bearbeiter der Säugethierschnecke sind mit diesem difficilen Objecte augenscheinlich hinter jenem ausgezeichneten Forscher zurückgeblieben. Die Gottstein'sche hier acceptirte Auffassung der äusseren Haarzellen weicht von der Deiters'schen insofern ab, als letzterer zwei vollkommen gesonderte Zellenformen, die nur durch dünne Fortsätze mit einander verbunden seien, in der äusseren Abdachung des Corti'schen Organes annimmt. Die eine haartragende (Stäbchenzelle Deiters) gehe direct in den Basilarfortsatz (Verbindungsstiel Deiters) über und stecke oben in den Ringen der Lamina reticularis fest. Zwischen den Stäbchenzellen befänden sich dann ganz selbständige spindelförmige Zellen [Haarzellen Deiters, Deiters'sche Zellen Kölliker ([30])], deren oberer Fortsatz in eine Phalange, der untere in den Verbindungsstiel einer Stäbchenzelle übergehe. Ich kann mit Gottstein die spindelförmigen Deiters'schen Zellen als von den Haarzellen vollständig gesonderte Gebilde nicht anerkennen; namentlich sind die halbschematischen Darstellungen in den Lehrbüchern von Kölliker und Frey (Fig. 512 bez. 571) keineswegs geeignet, eine richtige Vorstellung von dem wahren Sachverhalte zu geben. Immer fand ich je zwei kegelförmige Zellen zu einem Doppelkörper verbunden. Die sog. Deiters'schen Zellen der Autoren können morphologisch mit den Hasse'schen Zahnzellen der Vögel verglichen werden (vgl. l. c. (24) Taf. 27 Fig. 8), sind aber hier in eigenthümlicher Weise mit den Haarzellen verschmolzen.

Die meisten Differenzen bestehen noch in den Angaben über das Verhalten der Schneckennerven; es gibt kaum eine Möglichkeit der Nervenendigung, die hier nicht ihren Autor gefunden hätten. Wenn ich absehe von den Endschlingen [R. Wagner, Harless (17)] und von dem Uebertritte aller oder wenigstens einzelner Nervenbündel auf die tympanale Fläche der Membrana basilaris [Corti (10), Böttcher (2), Max Schultze (50), Deiters (13)], welche Angaben zur Zeit wol selbst von ihren Urhebern nicht mehr vertreten werden dürften, so lassen jetzt alle Beobachter nach den Entdeckungen von Kölliker (33) und Max Schultze (50) die Nervenfasern durch Löcher der Membrana basilaris in den Ductus cochlearis eintreten und dort entweder ausschliesslich in radialer Richtung (Rosenberg (49), Böttcher[4]), Middendorp (40), oder in radialer und spiraler Richtung (Max Schultze (50), Kölliker (30), Deiters (13), Hensen (27), Löwenberg (39) weiterziehen. Ueber die Existenz der radialen Nervenfasern sind also alle Beobachter einig. Doch findet man nur sehr wenige positive, durch Abbildungen beglaubigte Angaben über deren Endigungen — und nur diese können hier berücksichtiget werden, da es nicht möglich ist, auf alle ausgesprochenen, durch keine Belege unterstützten Vermuthungen einzugehen — von Böttcher, Rosenberg, Middendorp und jüngst von v. Winiwarter (57). Es sind das, abgesehen von den interessanten Funden Hasse's in der Schnecke der Vögel und Frösche (s. pag. 951) die einzigen bisherigen positiven Angaben über die radialen Nervenenden in der Schnecke überhaupt. Böttcher wiederholt seine 1859 ausgesprochene Ansicht, dass die Nerven nach ihrem Durchtritte durch die Habenula perforata theils in die auf der inneren Stäbchenreihe liegenden Zellen übergehen, theils unter den Bogen treten und hier quer durch zu den Corti'schen Zellenreihen verlaufen. In wie weit hier eine bestimmte Endigungsweise angegeben ist, geht leider aus dem wörtlich angezogenen Referate, das mir allein zur Benutzung stand, nicht hervor; es wird darüber die von Böttcher versprochene ausführliche Arbeit abzuwarten sein.

E. Rosenberg beschreibt nur die Endigung an den äusseren Haarzellen, aber diese im Ganzen richtig, und ist er wohl der erste, welcher eine Abbildung dieses Verhaltens gegeben hat. Freilich vergisst er dabei zu sagen, dass diese Abbildung zum guten Theile schematisch ist; ich kann wenigstens einige Zweifel an der Existenz eines Präparates, welches einer Figur 3 Taf. II bei Rosenberg entspräche, nicht unterdrücken. Wer mit den Haarzellen, den Zellen im Sulcus spiralis internus und den Corti'schen Bögen einigermaassen vertraut ist, wird mir das ohne Weiteres zugeben. Middendorp dagegen kennt nur die inneren Radiärfasern, welche er mit den Zellen der acustischen Körnerschichte in Verbindung treten und dann zwischen den inneren Haarzellen frei enden lässt. v. Winiwarter sah ebenso wie Rosenberg und Gottstein*) die vorhin von den äusseren Radiärfasern beschriebene Endigung an den äusseren Haarzellen; über das Verhalten der Nerven zu den inneren Haarzellen finden sich in seiner vorläufigen Mittheilung keine Angaben.

Max Schultze (50) ist der Entdecker der spiralen Faserzüge in der Schnecke, die bald von Deiters (13), Kölliker (30), Hensen (27) und Löwenberg (39) bestätigt und von Ersterem am ausführlichsten beschrieben worden sind. Ebenso wie Max Schultze (s. pag. 949), erklären sich auch die genannten Autoren für die nervöse Natur derselben. Eine bestimmte Angabe über die Endigungsweise dieser Fasern in der Schnecke gibt jedoch ausser ihrem Entdecker Niemand. Nach der mehr vorläufigen Mittheilung (50) sollen die spiralen Nervenfasern in Verbindung treten mit den Protoplasmaresten an den Füssen der inneren Pfeiler und ebenso mit Zellen, die an der Spitze der Bögen liegen; vermuthlich auch mit den äusseren

*) Centralblatt für die medicin. Wissenschaften. No. 40. 1870.

Haarzellen. Deiters ([13]), Löwenberg ([39]) und Kölliker ([30]) beschreiben ausser den von mir bestätigten Zügen auch noch Spiralfasern innerhalb des Corti'schen Bogens (auch nach den Angaben von Max Schultze ([50]) sollen sich daselbst spirale Fibrillen befinden).

Unstreitig sind diese spiralen Fibrillenbündel noch der am wenigsten klare Theil in der Anatomie der Schnecke. Sie müssen meiner Meinung nach im Zusammenhange mit jener kleinen Schicht grosskerniger zarter Zellen im Sulcus spiralis int. betrachtet werden, die ich mit der inneren Körnerschichte der Retina parallelisirt habe, und für welche ich den Namen der acustischen Körnerschicht empfehle, s. Fig. 335 *A*. Für diese Schicht, so wie für die spiralen Fasern sind aber dieselben differenten Auffassungen zulässig, wie sie zur Zeit für die innere Körnerschicht der Retina, bez. die Körnerschicht der Kleinhirnrinde (vgl. meine Arbeit in Zeitschrift für rat. Med. 1863. Band XX.) noch bestehen. So haben auch in der That Max Schultze ([50]), Deiters ([13]) (zum Theil) und Middendorp ([40]) sie mit den Nervenfädchen als kleine (bipolare) Ganglienzellen in Verbindung gebracht, während wieder Deiters ([13]) für die grösste Zahl derselben, dann Rosenberg ([49]) und Hasse ([21]) für alle diese Gebilde die nervöse Natur läugnete. Bemerkenswerth ist die Angabe Rosenberg's ([49]), dass ihre Zahl bei jungen Thieren grösser ist, was Gottstein bei jungen Hunden bestätigen konnte. Dasselbe fand Hasse ([21]) bei Vögeln; Letzterer ([24]) pag. 409 läugnet alle Beziehungen der zwischen den Haarzellen und unterhalb derselben gelegenen Gebilde zu den Nervenfasern.

Was meine Ansicht über die in Rede stehenden Zellen und Fasern betrifft, so machen die Erfahrungen, welche ich mit Bestimmtheit über die Nervenenden gewonnen habe, eine nervöse Natur sowohl der Kornzellen als auch der spiralen Fasern nicht sehr wahrscheinlich; man müsste denn eine doppelte Endigung der Nerven annehmen wollen. Auch spricht der Unterschied der wohl constatirten radialen Nervenfasern von den spiralen Faserzügen, s. pag. 946, dagegen. Es bliebe uns somit nur übrig, diese Fasern und Zellen als eine zarte Neuroglia aufzufassen und sie mit den nicht nervösen Elementen der inneren Körnerschicht und Zwischenkörnerschicht der Retina zu vergleichen. Doch können hier nur weitere sorgfältige Prüfungen, namentlich auf embryologische Forschungen basirt, zum Entscheide führen.

Die ältere Literatur der Schnecke findet sich in ziemlicher Vollständigkeit bei Hildebrandt-Weber, 4. Aufl. Bd. IV, pag. 7; ausserdem möge man die Schrift von Deiters ([13]) vergleichen. — Abgesehen von einzelnen Funden Huschke's ([28]) datirt die Histologie der Schnecke erst von den Untersuchungen Corti's ([10]) (Pfeiler, äussere Haarzellen, Ganglion spirale, Stria vascularis, Corti'sche Membran etc). Sehr werthvolle Beiträge, die ein richtiges morphologisches Verständniss der Schnecke erst möglich machten, lieferten Reissner ([46]) (Membrana Reissneri, Ductus cochlearis), Hensen ([27]) (Canalis reuniens, blinder Anfang und Ende des Ductus cochlearis, Zellanhäufung im Sulcus spiralis int. und viele Einzelheiten) und Kölliker ([30—34]) embryologische Untersuchungen, Entwickelung des Corti'schen Organes aus epithelialen Zellen, Lamina reticularis, die er gleichzeitig mit Max Schultze entdeckte, secundäre Bildung der Treppen, Durchtritt der Nerven durch die Löcher der Habenula perforata). Wichtige Angaben brachten uns ferner Max Schultze ([50]) (spirale Fasern, Kornzellenlager, basilare Fortsätze der äusseren Haarzellen, Fortsetzung der Acusticusfasern als marklose Primitivfibrillen bis in das Corti'sche Organ etc.) und Deiters ([12—15]) (innere Haarzellen, erste genaue Darstellung der äusseren Haarzellen und der Lam. reticularis, so wie eine Menge Detailangaben über fast alle Theile der Schnecke, deren Genauigkeit jedes gute Präparat erweist). Die Darstellung von Deiters ist entschieden die für alle neueren Erforschungen der

Schnecke maassgebende geworden. Andere werthvolle Einzelheiten verdanken wir Reichert ([45]) (Vorhofsblindsack, treffliche morphologische Schilderung der Schnecke und namentlich des Ductus cochlearis), Böttcher ([1—4]), (Ungleichheit der Zahl der inneren und äusseren Pfeiler, die er ausserdem genauer beschrieb, bogenförmiger Verlauf derselben; beides gleichzeitig mit Claudius). Auch die Kornzellen im Sulcus spiralis, so wie die inneren Haarzellen scheint Böttcher zuerst gesehen zu haben, obgleich er keine genauere Beschreibung gibt. Claudius lieferte ausserdem die ersten histologischen Angaben über die Vogelschnecke. Für die neueren Angaben von Henle ([26]), Middendorp ([40]), Löwenberg ([39]), Kölliker ([30]) und Rosenberg ([49]) bitte ich den Text zu vergleichen.

Die comparative Histologie der Schnecke beruht, abgesehen von den vereinzelten Angaben Leydig's ([36]), in denen sich wohl die erste Notiz über das Vorkommen von Haarzellen findet, vorzugsweise und bis jetzt fast allein auf den gründlichen Arbeiten von Deiters ([14—15]) und Hasse ([18—25]), welche auch die älteren descriptiven Angaben von Windischmann und Anderen wesentlich ergänzten. Auch sind hier die vergleichend anatomischen Untersuchungen von Hyrtl ([29]) und Claudius ([7—9]), die viel Interessantes bieten, zu erwähnen.

Für die Entwickelungsgeschichte der Schnecke mache ich auf die unter Nr. 58—65 angeführten Arbeiten des Literaturverzeichnisses aufmerksam, denen die Mittheilungen von Huschke ([28]), Reissner ([46—47]), Kölliker ([34]), Hensen ([27]), Hasse ([21]), Böttcher ([4]), Rosenberg ([49]) und Middendorp ([40]) anzureihen sind. Einzelnes ist im Texte gegeben; eine zusammenhängende Darstellung der Schneckenentwickelung dürfte zur Zeit wol noch kaum möglich sein.

Untersuchungsmethoden. Ich habe nicht nöthig, für die Schnecke noch besonders die frische Untersuchung in humor aqueus zu empfehlen. Ebenso gute, ja, wegen der etwas schärferen Contouren noch brauchbarere Bilder gibt die Ueberosmiumsäure, die ich für die Schnecke geradezu für ebenso wichtig erklären muss wie für die Retina. Man kann sich derselben in Concentrationen von $^1/_{10}$—1 pc. bedienen. Erstere empfiehlt sich für frische Zerzupfungspräparate, letztere für Erhärtungspräparate. Auch $^1/_4$ — $^1/_2$ pc. Kochsalzlösung leistet für frische Zerzupfungspräparate gute Dienste. Die Pfeiler isoliren sich am schönsten in 0,05 pc. Chromsäure; auch halten sich darin die Haarzellen gut. Goldchlorid in der von Cohnheim für die Cornea verwendeten Lösung, so wie Argent. nitric. in 1 pc. Lösung, letzteres namentlich für die spiralen Fasern, sind mit Vortheil zu verwenden. Für die Herstellung guter Schnitte empfehle ich folgendes Verfahren: Man entferne bei grösseren Schnecken so viel Knochensubstanz als möglich mit einer recht kräftigen schneidenden Zange, und eröffne das Gehäuse an zwei bis drei kleinen Stellen; kleinere Schnecken werden unversehrt gelassen. Die Schnecken kommen dann auf 24 Stunden in ein verhältnissmässig grosses Quantum Chlorpalladium 0,001 pc. oder Ueberosmiumsäure von 0,2 pc. (kleinere Schnecken) oder 0,5—1 pc. (grössere). Dann behandelt man die Präparate 24 Stunden mit absolutem Alkohol oder bringt sie auch sofort in die Entkalkungsflüssigkeit. Die beste Entkalkungsflüssigkeit ist Chlorpalladium (0,001 pc.) mit $^1/_{10}$ Theil Salzsäure, oder Chromsäure von $^1/_4$ — 1 pc. Nach der Entkalkung wäscht man mit absolutem Alkohol aus und schliesst die Schnecken in frisches Rückenmark oder in Leber ein. Für grössere Schnecken kann man aus letzterer leicht ein entsprechendes Stück herausschneiden. Dann werden die Präparate sammt dem Einschlussmateriale noch einmal in Alkohol absolutus gebracht. Beim Erhärten schrumpft das letztere so fest um die Schnecke zusammen, dass dieselbe unbeweglich darin liegt und bequem in feinste Segmente zerlegt werden kann. — Man kann die Hohlcanäle der Schnecke vor dem Einschliessen mit Leim-Glycerin (1 : 1) oder mit einer Wachs-Oelmischung

füllen. S. dieses Handbuch pag. 1 »Allgemeine Methodik« von STRICKER, und KLEBS im Archiv für mikroskop. Anatomie. Bd. V, 1869. pag. 164. Ich gebe dem Leim-Glycerin unbedingt den Vorzug; doch halte ich das Ausfüllen bei dem von mir angegebenen Verfahren für vollständig überflüssig, höchstens zur Erhaltung der Lage der CORTI'schen Membran mit Nutzen verwendbar. Meine besten Präparate, nach denen die Zeichnungen gefertigt sind, wurden von nicht gefüllten Schnecken entnommen. Man muss nur für scharfe Messer sorgen.

Zahlenangaben.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Maasse für den Menschen zusammengestellt. Ich habe absichtlich überall runde Zahlen gewählt, da die Tabelle nur den Zweck haben soll, übersichtliche Daten zu gewähren. Zur Vergleichung sind einige Maasse vom Hunde und von Vesperugo beigefügt. Den Zahlen für die Menge der Pfeiler und Haarzellen ist eine Länge der Lamina spiralis von 30 Mm. zu Grunde gelegt. Alle Maasse beziehen sich, mit Ausnahme von Nr. 2, auf Mikromillimeter.

Bezeichnung	Beobachter	Mensch	Hund	Vesperugo	Bemerkungen
1) Canalis reuniens Länge .	HENSEN	700	—	—	
Can. reun. Durchmesser	,,	220	—	—	Engste Stelle.
Can. reun. Wandungsdicke	,,	15			
2) Lamina spiralis membranacea, Totallänge bei 2 erwachsenen Menschen	WALDEYER	28 bez. 31 Mm.			In der Gegend des CORTI'schen Organes gemessen.
3) Ductus cochlearis, Breite vom Beginne der Crista spiralis bis zum Lig. spirale, 1ste Windung . . .	,,	800	700	360—400	
2te Windung . . .	,,	700	,,	350	
4) Ductus cochlearis, grösste Höhe, 1ste Windung . .	,,	500	400—450	400	
2te Windung . .	,,	,,	350	260	
5) Länge der REISSNER'schen Membran, 1ste Windung	,,	900			
2te Windung	,,	700			
6) Breite der Crista spiralis 1ste Windung . . .	,,	300	150	140—150	
2te Windung . . .	,,	200—250			
7) Länge der Gehörzähne .	HENLE	30			
Breite ,, ,, .	,,	12			
8) Sulcus spiralis internus, Grösste Höhe	WALDEYER	60—70	60—70	100—120	
9) Binnenraum zwischen den Fusspuncten der CORTI'schen Pfeiler	,,	66—70	80—90	40	An erhärteten Schnittpräparaten gemessen; 1ste—2te Windung
10) Höhe des Bogens im Lichten	,,	12	40	21—24	

Bezeichnung.	Beobachter	Mensch	Hund	Vesperugo	Bemerkungen
11) Länge der inneren Pfeiler, gemessen an der Rückenfläche derselben vom Fusspuncte bis zur Firste des Bogens	Waldeyer	50	60—70	45	An erhärteten Querschnittspräparaten gemessen. Die Anhangsplatte fällt bei diesem Maasse fast vollkommen aus.
12) Länge der äusseren Pfeiler in derselben Weise genommen	,,	60—66	90	50	,, ,, ,, ,,
13) Dicke der Pfeilerkörper innere	,,	4,5	,,	,,	
äussere	,,	3	,,	,,	
14) Zellkörper der inneren Haarzellen, Länge	,,	18	,,	,,	Vom neugebornen Kinde; die Länge ist etwas approximativ, da die Bestimmung der Anfangsstelle d. Fortsatzes willkürlich ist.
Breite	,,	6—9	,,	,,	
15) Aeussere Haarzellen, Totallänge mit Basilarfortsatz	,,	48	,,	45	Ueber die Hälfte der Länge kommt auf den Fortsatz.
Breite	,,	6—7	,,	6—7,5	
16) Länge der Cilien	,,	4	,,	,,	
17) Phalangen, mittl. Länge	,,	15	,,	,,	
18) Ringe, mittlerer Durchmesser	,,	6	,,	,,	
19) Epithel der Reissner'schen Membran, Dicke .	,,	9	,,	,,	
20) Dicke des Epithels im Sulcus spiralis ext. . . .	,,	15	,,	,,	
21) Grösste (radiale) Breite der Membrana tectoria .	,,	200—230	,,	,,	
Grösste Dicke	,,	50	,,	,,	
22) Kerne der Kornzellen .	,,	3,5—4,5	,,	,,	
23) Ganglienzellen vom Ganglion spirale	Kölliker	24—35	,,	,,	
24) Zahl der Foramina nervina	Waldeyer	3000	,,	,,	In der ersten Windung kommen 110 auf 1 Mm.; am Hamulus etwa 80.
25) Zahl d. inneren Pfeiler	,,	6000	,,	,,	
26) ,, ,, äusseren Pfeiler	,,	4500	,,	,,	
27) ,, ,, inneren Haarzellen	,,	3300	,,	,,	
28) ,, ,, äusseren Haarzellen	,,	18000	,,	,,	In jeder Reihe 4500, so viel wie äussere Pfeiler.

Neuere Literatur.

1) Böttcher, Observationes microscopicae de ratione qua nervus cochleae mammalium terminatur. Dorpati Liv., 1856. Dissert.
2) ——, Weitere Beiträge zur Anatomie der Schnecke. Virchow's Arch. für patholog. Anat. Bd. 17. 1859. p. 243.
3) ——, Ueber den aquaeductus vestibuli bei Katzen und Menschen. Reichert's und Du-bois Reymond's Archiv. 1869. p. 372. (Böttcher weist in dieser Mittheilung auf eine grössere Arbeit über die Schnecke hin, welche im 35. Bande der Abhandlungen der Kaiserl. Leopoldino-Carol. Akademie erscheinen soll.)
4) ——, Bau und Entwickelung der Schnecke. Petersburger medic. Zeitschr. Bd. XIV. p. 60. (Dem Verf. nur aus dem. Referate von Schweigger-Seidel im Jahresberichte von Virchow und Hirsch, Berlin 1869. p. 40. bekannt geworden).
5) Breschet, Recherches sur l'organe de l'ouïe dans l'homme et les animaux vertébrés. Paris 1840. 2 ième édit.
6) Claudius, M., Bemerkungen über den Bau der häutigen Spiralleiste der Schnecke. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 7. 1856. p. 154.
7) ——, Physiologische Bemerkungen über das Gehörorgan der Cetaceen und das Labyrinth der Säugethiere. Kiel 1858. 8.
8) ——, Das Gehörlabyrinth von Dinotherium giganteum nebst Bemerkungen über den Werth der Labyrinthformen für die Systematik der Säugethiere. Cassel 1864. 4.
9) ——, Das Gehörorgan von Rhytina Stelleri. Mémoires de l'Acad. impér. des scienc. de St. Pétersbourg. VII. Sér. T. XI. Nro. 5. St. Pétersbourg 1867.
10) Corti, A., Recherches sur l'organe de l'ouïe des mammifères. Première partie. Limaçon. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 4. 1851. p. 109.
11) Czermak, Verästelungen der Primitivfasern des N. acusticus. Ibid. Bd. 2. 1850. p. 105.
12) Deiters, Beiträge zur Kenntniss der Lamina spiralis membranacea der Schnecke. Ibid. Bd. X. 1860. p. 1.
13) ——, Untersuchungen über die Lamina spiralis membranacea etc. Bonn 1860. 8.
14) ——, Untersuchungen über die Schnecke der Vögel. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv 1860. p. 409.
15) ——, Ueber das innere Gehörorgan der Amphibien. Ibid. 1862. p. 277.
16) ——, Untersuchungen über das Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von Max Schultze. Braunschweig 1865. gr. 8. (N. acusticus.)
17) Harless, Artikel »Hören« in R. Wagner's Handwörterbuche der Physiologie. Bd. IV. 1853. p. 311.
18) Hasse, De cochlea avium. Dissert. inaug. Kiliae 1866. 4.
19) ——, Die Endigungsweise des N. acusticus im Gehörorgane der Vögel. Göttinger Nachrichten 1867. Nro. 11.
20) ——, Die Schnecke der Vögel. von Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. 17. 1867. p. 56.
21) ——, Beiträge zur Entwickelung der Gewebe der häutigen Vogelschnecke. Ibid. p. 381.
22) ——, Nachträge zur Anatomie der Vogelschnecke. Ibid. p. 461.
23) ——, Zur Histologie des Bogenapparates und des Steinsackes der Frösche. Ibid. Bd. 18. 1868. p. 72.
24) ——, Das Gehörorgan der Frösche. Ibid. p. 359.

25) Hasse, Bemerkungen über das Gehörorgan der Fische. Verhandl. der physikalisch-medic. Gesellsch. in Würzburg. Neue Folge. Bd. I. Hft. 2. 1868. p. 92.
26) Henle, Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. p. 762 ff.
27) Hensen, Zur Morphologie der Schnecke des Menschen und der Säugethiere. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 13. 1863. p. 481.
28) Huschke: Froriep's Notizen, 1832. — Isis, 1833. — Sömmering's Anatomie, »Eingeweidelehre«.
29) Hyrtl, Ueber das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere. Prag 1845.
30) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre. 5te Auflage. Leipzig 1867. p. 714.
31) ——, Mikroskopische Anatomie. Bd. II. Leipzig 1854. p. 743.
32) ——, Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. I. 1849. p. 55. (Musculus cochlearis).
33) ——, Ueber die letzten Endigungen des N. cochleae. Gratulationsschrift an Tiedemann. Würzburg 1854.
34) ——, Der embryonale Schneckenkanal und seine Beziehung zu den Theilen der fertigen Cochlea. Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. II. 1861. p. 1.
35) Lang, G., Ueber das Gehörorgan der Cyprinoiden. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 13. 1863.
36) Leydig, Lehrbuch der Histologie. Frankfurt a/M. 1857. p. 262.
37) Löwenberg, Études sur les membranes et les canaux du limaçon. Gaz hebdom. 1864. Nro. 42. p. 694.
38) ——, Beiträge zur Anatomie der Schnecke. Arch. f. Ohrenheilk. Bd. 1. p. 175.
39) ——, La lame spirale du limaçon de l'oreille de l'homme et des mammifères. Paris, Baillière 1867. 8. et: Journal de l'anatomie et de la physiologie par M. Ch. Robin 1867 et 1868. p. 626. (Nro. 37—39 sind zusammengehörige Arbeiten.)
40) Middendorp, Het vliezig slakkenhuis in zijne woerding en in den ontwikkelden Toestand. Groeningen, 1867. 4. 3 Taff. — Dasselbe im Auszuge: Monatsschrift für Ohrenheilk. von Gruber, Voltolini, Rüdinger und Weber. 1868. Nro. 11 und 12.
41) Pappenheim, Die specielle Gewebelehre des Gehörorganes. Breslau 1840.
42) Reichert, Bulletin de la classe mathémat. de l'acad. des scienc. de St. Pétersbourg T. X. Nr. 222. 1851.
43) ——, Jahresbericht über die Fortschritte der mikroskopischen Anatomie im Jahre 1855. J. Müller's Archiv. 1856. p. 85.
44) ——, Monatsberichte der Berliner Akademie. 1864. p. 479.
45) ——, Beitrag zur feinern Anatomie der Gehörschnecke des Menschen und der Säugethiere. Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin. 1864. 4. Im Auszuge in der Monatsschrift für Ohrenheilkunde von Voltolini etc. 1869. Nro. 1.).
46) Reissner, E., De auris internae formatione. Dissert. inaug. Dorpati Liv. 1851. (In Commission bei Reyher in Mitau).
47) ——, Zur Kenntniss der Schnecke im Gehörorgane der Säugethiere und des Menschen. J. Müller's, Archiv für Anatomie etc. 1854. p. 420.
48) ——, Ueber die Schwimmblase und den Gehörapparat der Siluroiden. Ibid. 1849. p. 421.
49) Rosenberg, E., Untersuchungen über die Entwickelung des Canalis cochlearis der Säugethiere. Dissert. inaug. Dorpat 1868. 4. 2 Taff.
50) Schultze, Max, Ueber die Endigungsweise der Hörnerven im Labyrinth. J. Müller's Archiv für Anatomie. 1858. p. 343.
51) Stieda, L., Studien über das Central-Nervensystem der Knochenfische. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. 18. 1868. p. 1.
52) ——, Studien über das centrale Nervensystem der Vögel und Säugethiere. Ibid. Bd. 19. p. 1.
53) ——, Studien über das centrale Nervensystem der Wirbelthiere. Ibid. Bd. 20. p. 273.
54) Todd-Bowman, The physiological anatomy of man. Vol. II. p. 54. London 1856.
55) Vietor, Ueber den canalis ganglionaris der Schnecke der Säugethiere und des Menschen. S. Henle's und v. Pfeuffer's Zeitschr. für rationelle Med. 3te Reihe. Bd. 23. 1865. p. 236
56) Wharton Jones, »The organ of hearing« Todd's Cyclopaedia. Vol. II.

57) v. Winiwarter, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Mathem. natw. Klasse. Nro. XIII. 1870, p. 107. (Vorläufige Mittheilung).

Ueber die Entwicklung der Schnecke sind noch zu vergleichen:

58) van Bambeke, Recherches sur le développement du Pélobate brun. Mém. de l'acad. belgique des scienc. des lettres et des beaux arts. T. XXXIV. 1868. (Separatabdruck.)

59) Gray, The development of the Retina and the Labyrinth. Lond. Philos. Transact. 1850. P. I.

60) Günther, Beobachtungen über die Entwickelung des Gehörorgans bei Menschen und höheren Säugethieren. Leipzig 1842. Engelmann. 8.

61) Remak, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin 1855. Fol.

62) Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig 1861. 8.

63) Schenk, Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. 9,

64) Stricker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 10.

65) Török, Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre. Bd. X.

Nachträge.

66) Gottstein, J., Beiträge zum feineren Bau der Gehörschnecke. Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1870. Nro. 40, 10. September. (Vorläuf. Mittheilung.)

67) Böttcher, A., Einige Bemerkungen zu den neuesten Entdeckungen in der Gehörschnecke. Fliegendes Blatt, Dorpat, 6. November 1870. — Böttcher gibt an, dass die meisten der von Gottstein (66) kurz veröffentlichten Thatsachen in seiner bereits im September 1868 der Leopoldinischen Akademie eingereichten, bis jetzt noch nicht erschienenen Abhandlung (s. Nro. 3) niedergelegt seien. — Verfasser bedauert angesichts dieser erfreulichen Uebereinstimmung zweier vollkommen selbständiger Arbeiten, die Böttcher'sche Abhandlung für den vorliegenden Aufsatz, der nicht verzögert werden konnte, nicht haben benutzen zu können, zumal dieselbe besondere Rücksicht auf die Entwickelung der Schnecke nimmt. Wenigstens geht das Letztere aus einem mir so eben durch die Freundlichkeit Böttcher's zukommenden Berichte: »Mélanges biologiques tirés du Bulletin de l'Acad. impér. des Sc. de St. Pétersbourg, T. VII, 23. April 1870« hervor, in welchem ein kurzes Referat Kölliker's über das Böttcher'sche Manuscript abgedruckt ist.)

Capitel XXXV.

Das Geruchsorgan.

Von

Professor Babuchin.

Im Geruchsorgan haben wir drei Bestandtheile zu unterscheiden: a) den geruchspercipirenden Apparat, b) den leitenden Apparat und c) die centrale Vorrichtung, zu welcher die Geruchsempfindungen durch den Leitungsapparat geführt werden.

Der erste, theilweise aber auch der zweite Apparat sind in der Schleimhaut eingebettet, welche bei den höheren Thieren die oberste und die tiefste Parthie der Nasenhöhle bekleidet, bei einigen niedern Wirbelthieren (nackte Amphibien) eine Art von Erhebungen an dieser oder jener Wand des einfach gestalteten Nasenganges überzieht, bei andern (Fische) mannigfaltige, aber regelmässige, sich vom Boden der Riechgruben erhebende Falten bildet, zwischen welchen oder an welchen sich die geruchspercipirenden Elemente befinden. Wir können jedoch nicht auf eine ausführliche Beschreibung aller Einzelheiten der äussern Modificationen des Geruchorgans bei allen Thieren eingehen; dies gehört vielmehr in das Gebiet der vergleichenden Anatomie. Unsere Hauptaufgabe besteht darin, die physiologisch wirksamen Elemente dieses Organs und ihre gegenseitigen Verhältnisse zu ermitteln.

Die Schleimhaut, welche die geruchspercipirenden Elemente enthält, bietet Eigenschaften dar, wodurch sie sich auch mit unbewaffnetem Auge von der übrigen Nervenschleimhaut unterscheiden lässt. Sie besitzt nämlich entweder eine gelbliche Farbe (beim Menschen, Schafe, Kalbe) oder eine bräunliche (wie zum Beispiel beim Meerschweinchen, Kaninchen, Hunde und andern Säugethieren). Dies ist auch der Grund, warum der ganzen von dieser Schleimhaut bekleideten Oberfläche der Name locus luteus gegeben worden. Da nun nicht bei allen Thieren diese Stelle der Nasenschleimhaut sich durch eine besondere Farbe auszeichnet, so ist dafür ein anderer Name, Regio olfactoria vorzuziehen, worunter jedoch nur jener Bezirk der Nasenschleimhaut

verstanden werden soll, wo die Geruchsnerven sich verzweigen und endigen. Wollte man aber die Eigenthümlichkeit dieser Stelle durch Merkmale kennzeichnen, die auf alle Wirbelthiere passten, so hätte man nicht so sehr auf die Farbe, als vielmehr darauf zu sehen, dass dieselbe dicker, weicher und so zu sagen saftiger als die übrige Nasenschleimhaut sich ausnimmt, und zwar bei verschiedenen Thieren in verschiedenem Grade. Indem diese Stelle zum Beispiel bei den Vögeln ziemlich resistent ist und für das unbewaffnete Auge kaum etwas Besonderes darbietet, erscheint sie bei Plagiostomen als ob ihre Oberfläche aus dicklichem Schleim zusammengesetzt wäre.

Die Arbeiten von TODD-BOWMANN[1]), ECKHARDT[2]), ECKER[3]) und Andern haben zwar viel zur Kenntniss des Baues der Riechgegend beigetragen, jedoch erst seit den eingehenden Untersuchungen von MAX SCHULTZE[4]) haben unsere Kenntnisse darüber festen Boden gewonnen, und die zukünftigen Arbeiten können nur vielleicht die einzelnen Details betreffen, aber nicht die wesentlichen von MAX SCHULTZE entdeckten Thatsachen erschüttern, wie das von Einigen versucht worden ist.

Der Begriff über die gröberen Verhältnisse der Riechgegend ergibt sich am besten aus feinen senkrechten Schnitten durch die ganze Dicke der betreffenden Schleimhaut. Diese erhält man am leichtesten, wie ich gefunden, aus der sammt dem zugehörenden Knochen in einer Lösung von Chlorgold



Fig. 337. Das Septum nasi des Meerschweinchens in senkrechtem Durchschnitt (Goldchloridpräparat). *a* Knochenmark, *b* Knochensubstanz, *c* Periost, *d* Drüsenschicht (zur besseren Uebersicht nicht ausgefüllt), *e* Zweige des Riechnerven, *f* Epithelialschicht.

erhärteten Schleimhaut. Dabei behalten die verschiedenen Bestandtheile derselben ihre normale Lage und grenzen sich gegenseitig scharf ab. An feinen Schnitten einer auf angegebene Weise präparirten Nasenscheidewand des

1) Physiological Anatomy. Bd. II.
2) Beiträge zur Anatomie und Physiologie. Heft I. 1855.
3) Bericht über die Verhandl. z. Bef. d. Naturwissensch. zu Freiberg 1855, No. 12, Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. VIII, 1856.
4) Untersuchungen über die Nasenschleimhaut. 1862.

Meerschweinchens finden wir, dass der knöcherne Theil der Scheidewand von einem Periost bekleidet ist, auf welches unmittelbar eine mächtige Schichte zahlreicher und dichtgedrängter Drüsen folgt (Fig. 337). Diese von KÖLLIKER »Bowmann'sche« genannten Drüsen stellen in die Länge gezogene Schläuche dar, welche je nach der Thierart bald einfach gestaltet, mehr flaschen- als schlauchförmig sich ausnehmen, bald aber vielgestaltig und durch Ausbuchtungen und verschiedene Verbiegungen ihres blinden Endes ausgezeichnet sind. Desswegen gelingt es nur selten, an senkrechten Schnitten der Schleimhaut von den höheren Thieren, wie es auch aus den beigelegten Holzschnitten zu ersehen ist, einzelne Drüsen ihrer ganzen Länge nach zu verfolgen; wir treffen hier in verschiedener Höhe meist nur Durchschnitte einzelner Theile derselben. Bei niederen Thieren erreicht man schon bessere Resultate. Im Innern enthalten die Drüsen ein Epithel, welches an ihrem Grunde aus grossen, körnigen, beinahe runden, bei einigen Thieren gelbes oder bräunliches Pigment enthaltenden Zellen besteht. Unter dem Einfluss des Goldchlorids nehmen diese eine tief schwarze Farbe an. Gegen ihren Ausführungsgang bekommt das Epithel mehr eine polygonale Form und wird weniger körnig; die Ausführungsgänge gelangen endlich zwischen den Elementen der nächstfolgenden äusseren Schicht an die Oberfläche (Fig. 338). Zuweilen trifft man an der Mündung derselben eine trichterförmige Vertiefung der Schleimhaut. Bei niederen Thieren (Frosch) kann man sich sehr leicht überzeugen, wie der Ausführungsgang seiner Länge nach bis zu seinem Ende an der Oberfläche der Schleimhaut mit kleineren Zellen bekleidet ist. Unmittelbar vor der Mündung findet man hier auch schmale, der Länge des Ausführungsganges entsprechend ausgezogene Epithelzellen.

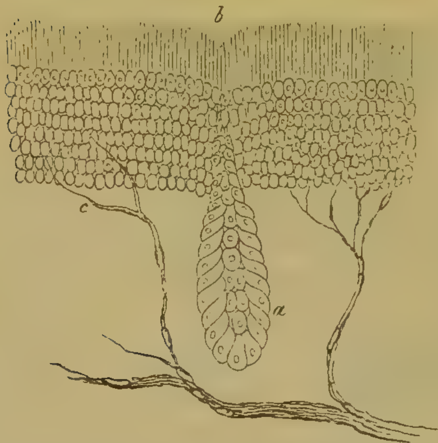


Fig. 338. Durchschnitt der Riechschleimhaut des Frosches. *a* Bromann'sche Drüse, *b* Mündung derselben. *c* Bündelchen von den Nervenfibrillen, welche zwischen Epithelzellen verlaufen.

An der Uebergangsstelle der Riechgegend in die gewöhnliche Schleimhaut werden die Drüsen immer seltener und verschwinden schliesslich vollständig, um den gewöhnlichen Schleimdrüsen Platz zu machen. Nach KÖLLIKER trifft man beim Menschen selbst in der Riechgegend anstatt der eben beschriebenen, die gewöhnlichen Schleimdrüsen an, doch äussert sich M. SCHULTZE dahin, dass jene beim Menschen eigentlich die Uebergangsform darstellen und an die Meibom'schen Drüsen erinnern.[1])

1) Später hat auch M. SCHULTZE in der Riechgegend des Menschen traubenförmige Schleimdrüsen beobachtet. Centralbl. für med. Wissensch. 1864. No. 25.

Bei Fischen fehlen die Drüsen ganz und sind durch Schleimzellen ersetzt.

Zwischen den Drüsen lagert sich gewöhnliches Bindegewebe ein, welches gegen den Knochen zu in Periost übergeht, nach aussen aber an die nächste Epithelialschicht grenzt. Eine besondere Basementmembran, welche Hofmann beschreibt, konnte ich hier nicht finden. Diese Membran ist nur der Ausdruck der Bindegewebsgrenze gegen das Epithel. Wie hier so auch in den tieferen Schichten des Bindegewebes befinden sich viele spindelförmige und mit verästelten Fortsätzen versehene Zellen, welche vorzüglich bei niederen Thieren auch schwarzes Pigment enthalten können. M. Schultze hat auch bei höheren Thieren die Pigmentzellen nebst den frei liegenden Pigmentklümpchen beobachtet. In dem Bindegewebe eingebettet findet man endlich Gefässe und Verzweigungen der Riechnerven, welche ganz besonders deutlich an Goldchloridpräparaten hervortreten.

Die äussere Schicht der Riechschleimhaut besteht aus Epithel. An Goldchloridpräparaten, wie es auf Fig. 337 abgebildet ist, unterscheidet man bei dieser Schicht zwei Lagen: eine äussere fein quergestreifte und eine innere körnige. Früher nahm man an, es wäre dies ein mehrschichtiges Epithel. Theilweise haben Eckhardt und Ecker auf die richtigen Verhältnisse hingewiesen, aber vor Allem waren es die schönen Untersuchungen von M. Schultze, welche uns über den Bau dieser Epithelschicht vollkommen aufgeklärt haben. Aus denselben geht hervor, dass bei allen Wirbelthieren der epitheliale Theil des Geruchsorgans nach einem und demselben Typus gebaut ist, so dass die Beschreibung der Structur dieses Theiles bei irgend einem Thiere ausreicht, um vollständig richtige Vorstellungen darüber zu bekommen. Wir wählen dazu ein Thier, dessen Epithelzellen gross und leicht zu isoliren sind, wie beim Proteus, bei welchem die histologischen Elemente eine wirklich riesige Grösse erlangen und noch sehr wenig untersucht sind. Wenn wir das Riechorgan eines Proteus in toto zuerst auf einen Tag lang in Müller'sche Flüssigkeit, dann einen Tag lang in destillirtes Wasser legen und endlich ein Stückchen der Riechgegend zerzupfen, so sieht man deutlich wie die Epithelschicht in einzelne Zellengruppen zerfällt (Fig. 339). In diesen Gruppen unterscheiden wir auch eine äussere, scheinbar aus feinsten Fädchen bestehende Hälfte, welche an ihrem äusseren Ende mit feinen, langen Cilien besetzt ist, und eine innere, bestehend aus grossen dichtgedrängten Kernen, von welchen einer grösser ist als die übrigen, eine oval verlängerte Form zeigt und am meisten nach aussen gelagert ist. Eine weitere Zerzupfung lehrt, dass jede der eben beschriebenen Gruppen aus zweierlei Art von Zellen besteht: einer einzelnen grossen und zahlreichen andern Zellen, welche je einen grossen runden Kern und sehr lange feine Fortsätze besitzen (Fig. 340). Einer von diesen Fortsätzen und zwar der stärkste zieht sich nach aussen, der andere ist sehr fein, richtet sich nach innen und kann bis zur Grenze des Subepithelialbindegewebes verfolgt werden. Es sind dies die Riechzellen von M. Schultze, welche Geruchsperception vermitteln sollen. Ihr äusseres Ende trägt die oben

genannten feinen und langen Cilien [1]) und erscheint an Präparaten, welche in der Müller'schen Flüssigkeit gelegen sind, wellen- und zickzackförmig gebogen. An Goldchloridpräparaten oder an solchen, welche mit Schwefelsäure




Fig. 339. Gruppe von Riechzellen aus einem Proteus mit einer im Innern gelegenen Epithelzelle (Müller'sche Flüssigkeit). *a* Eine isolirte Riechzelle nach Bearbeitung mit einer schwachen Lösung von Schwefelsäure.





Fig. 340. *A a* Epithelzelle aus der Riechgegend von Proteus (nach Bearbeitung mit Müller'scher Flüssigkeit). *b* Die scheinbaren Fortsätze. *c* Riechzelle. *B* Epithelial- und Riechzellen vom Menschen nach M. SCHULTZE.

behandelt werden, erscheinen diese Fortsätze in Form sehr feiner und varicöser Fäden. Bei starker Vergrösserung kann man sich überzeugen, dass durch alle Anschwellungen ein continuirlich feiner Faden zu verfolgen ist. Daraus können wir schliessen, dass der äussere Fortsatz der Riechzelle seiner ganzen Länge nach aus doppelter Substanz besteht: einer äusseren, welche unter dem Einflusse gewisser Reagentien anschwillt und aus einem innern Faden, welcher dabei unverändert bleibt. Eben solche Verhältnisse bietet auch der centrale Fortsatz der Riechzellen dar, mit dem Unterschiede, dass derselbe bedeutend feiner und manchmal selbst eine kaum messbare Dicke erlangt. Bei Tritonen habe ich gefunden, dass die Länge dieser Fortsätze zusammen genommen mit den übrigen Theilen der Riechzelle zuweilen um Vieles

1) Der scheinbare Widerspruch mit M. SCHULTZE, nach dessen Meinung die Cilien bei Proteus fehlen und wie bei Kiemenathmern fehlen müssen, kann nur daher kommen, dass diesem gründlichen Forscher nur ein einziges lange Zeit in Chromkalilösung conservirtes Thier zu Gebote stand.

die Dicke der Epithelialschicht übertrifft (Fig. 341). Demzufolge müssen sie entweder bis in die Subepithelialschicht dringen oder in horizontaler Richtung an der Grenze der Epithelialschicht verlaufen. Letzteres habe ich auch wirklich beim Proteus beobachtet. Die eben beschriebenen Zellen umgeben allseitig die oben erwähnte grosse Zelle, welche einen grossen ovalen Kern besitzt und sich durch die ganze Dicke der Epithelialschicht zieht; ihre äussere Hälfte erscheint mehr oder weniger cylindrisch, ist beim Triton und Proteus durchsichtig und manchmal deutlich der Länge nach gestreift (Fig. 340). Ich habe mich davon überzeugen können, dass diese Streifung nicht als Ausdruck der herumliegenden Riechzellen zu betrachten ist. Die Streifung durchdringt auch nicht die ganze Dicke der Zelle, sondern betrifft nur deren Oberfläche. Am äussern cilienfreien Ende der Zelle kann man eine Reihe von Pünktchen unterscheiden, welche das ganze Ende umkrönen, ohne an den Saum der gewöhnlichen cylindrischen Epithelzellen zu erinnern. Die innere Hälfte der betreffenden Zellen ist nicht so regelmässig gebaut, wie die äussere; ich bezweifle jedoch sehr die Angaben einiger Autoren, wonach sie aus sich verzweigenden Fortsätzen bestehen. Ihre Form ist sehr verschieden, und man kann sich dieselbe ungefähr so vorstellen, als besässe früher diese Hälfte das Aussehen eines mehr oder weniger dicken, aus weicher und durchsichtiger Masse zusammengesetzten Cylinders, in welchen von allen Seiten die runden Körper und zwar die Körner der Riechzellen eingedrückt wären. Dadurch entstehen Falten, deren Ränder schärfer als die übrige Substanz hervortreten, durch ihren Verlauf Figuren bilden und dadurch die Fortsätze der Autoren simuliren. Durch Anilinfärbung kann man sich aber überzeugen, dass zwischen diesen Fortsätzen eine sehr zarte durchsichtige Substanz ausgespannt ist, welche längsgestreift ist. Die Selbständigkeit dieser Streifung tritt hier noch deutlicher hervor und zwar aus dem Grunde, weil hier keine Abdrücke irgend welcher fadenförmigen Elemente vorhanden sind. Der innere Fortsatz schwillt gegen das unterliegende Bindegewebe kegelförmig an und löst sich in zahlreiche sehr kurze Fäserchen auf. Es ist sehr bemerkenswerth, dass unter dem Einfluss von vielen Reagentien der innere Fortsatz ein anderes Aussehen bekommt. Wenn mit Müller'scher Flüssigkeit z. B. oder mit Jodserum behan-



Fig. 341. *A* Eine Epithel- und zwei Riechzellen aus der Uebergangsstelle der Schleimhaut der Riechgegend in die gewöhnliche Schleimhaut (von Triton). *B* Eigenthümliche Epithelzellen aus der Riechschleimhaut. *a* Der Raja elovata nach M. Schultze. *b* Der Proteus.

delte Epithelialzellen von Proteus für einige Zeit in verdünntes Glycerin eingelegt werden, so verschwindet jene durchsichtige Substanz, und es erscheinen die oben erwähnten Falten in der Form von verzweigten Fortsätzen. Wenn wir die Schleimhaut der Riechgegend von Thieren, bei welchen dieselbe keine starke Färbung zeigt, mit salpetersaurem Kali behandeln, so erhalten wir ein sehr zierliches Bild, welches uns ohne Weiteres sehr deutlich zeigt, wie sich die Riechzellen topographisch zu den eben beschriebenen verhalten. Wir bekommen nämlich ringförmige Figuren zu sehen, welche die Enden der grossen Zellen darstellen, umgeben von einer grossen Anzahl schwarzer Punkte, welche je nach der Thierart mehr oder weniger dicht gedrängt und nichts anderes sind als die Enden der Riechzellen (Fig. 342).

Die eben beschriebenen Verhältnisse wiederholen sich bei allen, sogar bei wirbellosen Thieren (Cephalopoden, Sernoff) mit sehr unwesentlichen Modificationen. So hat zum Beispiel M. Schultze angegeben, dass bei Säugethieren und auch beim Menschen die Riechzellen keine Cilien, oder wie er sie nennt, keine Riechhärchen haben, was so viel bedeuten soll, dass diese Härchen kein unbedingtes Moment in der Geruchsperception darstellen und darum keinen besondern Namen verdienen. Wo die Riechhärchen existiren (Vögel, Amphibien) dort erscheinen sie entweder als steife Härchen, deren immer nur eines auf einer Riechzelle steht und sehr lang ist, oder als Bündel von feinen Cilien. Diese können wieder entweder ganz unbeweglich sein oder eine geringe selbständige Beweglichkeit zeigen. Bei einigen Thieren kommen Riechzellen mit beiderlei Arten von Härchen vor. Zuweilen hat derjenige Theil der Riechzelle, wo der Kern liegt, eine spindelförmige Gestalt. Bei einigen Thieren sind die äussern Fortsätze bedeutend stärker, bei andern zarter und werden unter dem Einfluss macerirender Flüssigkeit varicös. M. Schultze hat ferner nachgewiesen, dass die grossen Epithelialzellen bei vielen Säugethieren mehr oder weniger pigmentirt sind, und dass das gelbe Pigment entweder im äussern oder im innern Theile dieser Zellen liegt, wodurch theilweise die obenerwähnte Farbe der Riechgegend bedingt ist. Sowohl bei Säugethieren wie beim Menschen kommen in der eigentlichen Regio olfactoria nur wimperlose Epithelialzellen vor, und obwohl bei dem letzteren stellenweise gewöhnliche Flimmerepithelien vorhanden sind, so findet man jedoch daselbst keine zwischengelagerten Riechzellen. Bei Plageostomen sind gerade im Gegentheil die geruchspercipirenden Stellen vorzüglich mit flimmernden Epithelien besetzt.



Fig. 342. Flächenansicht der Epithelschicht der Riechgegend nach Behandlung mit salpetersaurem Silberoxyd (Proteus).

Ausser den soeben beschriebenen zweierlei Arten von Zellen existirt bei Plageostomen (M. Schultze), bei Proteus und Triton (ich) und vielleicht auch bei vielen andern noch eine Art von Zellen, welche gleichfalls in der Epithelialschicht eingelagert sind, und welche an die Engelmann'schen Gabelzellen erinnern. Ihre Form ist sehr verschieden und ist aus dem beigelegten Holzschnitte

ersichtlich (Fig. 340 *B*). Sie stossen mit ihrem Centralende unmittelbar an die subepitheliale Schicht und lösen sich hier manchmal in sehr feine kurze Fäserchen auf. Ihr peripherisches Ende reicht nicht bis an die Oberfläche der Epithelialschichte und wird entweder konisch zugespitzt oder es verästelt sich. Uebrigens ist ihre Form, wie oben erwähnt, sehr mannigfaltig. So trifft man z. B. bei Proteus Zellen, welche durch ihre Verästelung den multipolären Nervenzellen sehr ähnlich sind.

Man kann endlich nicht selten besonders bei jungen Thieren in der Tiefe der Epithelialschicht runde Zellen ohne alle Ausläufer treffen, welche wohl als Material für die Entwickelung der Riech- und Epithelialzellen betrachtet werden müssen.

Der leitende Apparat des Geruchsorgans besteht aus den sogenannten Riechnerven, welche bekanntlich aus jedem Bulbus olfactorius, je nach der Thierart entweder als ein einziger Nervenstamm entspringen, oder als mehrere Fäden hervortreten, um sich dann in der Schleimhaut des Geruchsorgans zu verzweigen. Hier verlaufen nämlich (Fig. 337) die Riechnervenstränge, welche sich sehr leicht in Bündel spalten lassen, in der Drüsenschicht entweder in horizontaler oder schräger Richtung. Von diesen Strängen gehen zahlreiche Zweige ab, welche sich bei ihrer weiteren Theilung und unter Winkeln verschiedener Grösse nach aussen zur Epithelialschicht ziehen und an Goldchloridpräparaten sich deutlich bis zur Grenze der letzteren verfolgen lassen. Andererseits verlaufen die Nervenzweige zum Grunde der Bowmann'schen Drüsen.

Was den feineren Bau dieser Nerven anbetrifft, so ist derselbe genügend von M. Schultze untersucht und auf den Seiten 113 und 114 dieses Buches schon erörtert worden. Ich kann jedoch diesem Forscher darin nicht beistimmen, dass die Riechnerven Primitivnervenfasern enthalten, welche nach dem Typus der Remak'schen gebaut sind, das heisst, aus kernhaltiger Schwann'scher Scheide und fibrillärem Inhalte zusammengesetzt sind. Nach der Darstellung Max Schultze's zerfallen die Stränge der Riechnerven in Primitivfaserbündel. Bei einigen Thieren sollen diese Bündel aus Fibrillen bestehen, und von einer kernhaltigen Scheide eingeschlossen sein, die er als Schwann'sche Scheide bezeichnet. Bei anderen Thieren wieder soll das Primitivfaserbündel innerhalb seiner Scheide in Primitivfasern zerfallen, von welchen jede wieder aus Fibrillen und einer Schwann'schen Scheide bestehen. In soweit meine Erfahrung reicht, bestehen bei allen Thieren die fraglichen Bündel, mögen sie mit Scheiden versehen oder scheidenlos sein, durch und durch aus feinsten, durch feinkörnige Masse festgehaltenen Fibrillen. Bei einigen Thieren können ausserdem zwischen den Fibrillen die Kerne zuweilen in regelmässigen Reihen eingelagert sein, wodurch das ganze Bündel in secundäre scheidenlose Bündel getheilt wird. Die Scheide der Primitivbündel kann nicht die Schwann'sche Scheide repräsentiren, sie ist vielmehr vom morphologischem Standpunkte mit Neurilem zu vergleichen, welche auch ihre

Eigenschaften und Structur sein mögen. Dies müssen wir auch dort annehmen, wo die Fibrillen keine Kerne zwischen sich enthalten, resp. keine secundäre Bündel bilden, wie zum Beispiel nach M. Schultze beim Hecht. Wenn wir die Scheide in diesem Falle als Schwann'sche betrachten wollten, so müssten wir dies auch dort thun, wo die Fibrillen innerhalb der Scheide in secundäre Bündel zerfallen, welche nach M. Schultze wieder mit Schwann'schen Scheiden versehen sind; es würde das mit andern Worten bedeuten, dass die Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide noch einmal in eine gemeinschaftliche Schwann'sche Scheide eingeschlossen seien. Ich füge noch hinzu, dass ich mich bei vielen Thieren, besonders bei Plagiostomen nicht überzeugen konnte, dass die Primitivfaserbündel irgend welche Scheide enthielten. Die Entwickelungsgeschichte des peripherischen Nervensystems legt es uns nahe, dass die Riechnerven als embryonale zu betrachten seien, welche auf der zweiten Stufe ihrer Entwickelung stehen geblieben, während die Remak'schen Fasern die weitere Stufe der Entwickelung erlangen. Die Kerne, welche man zwischen den Fibrillen der Geruchsnerven trifft, sind grösstentheils echte Zellen. Diese haben nicht selten eine spindelförmige Gestalt, und in diesem Fall haften ihre feinen Fortsätze sehr fest an den Nervenfibrillen an. Ausführlicher darüber zu sprechen, werde ich noch an einem anderen Orte dieses Buches Gelegenheit haben.

Es fragt sich nun, wie verhalten sich die Nervenfibrillen, nachdem sie die Epithelialschicht erreicht haben? Leider können wir diese Frage nur hypothetisch beantworten. Versuche, welche mit Goldfärbung angestellt wurden, beweisen keineswegs, dass die Nervenfibrillen in derselben Weise enden, wie wir es an der durchsichtigen Hornhaut beobachten, was sich auch voraussetzen lässt. Nachdem ich gefunden habe, dass die grossen Epithelialzellen ihrer ganzen Länge nach und unzweifelhaft mit zarten, obwohl nur unter günstigen Umständen sichtbaren Längsstreifen bedeckt sind, könnte man vermuthen, dass die feinsten Fibrillen der Geruchsnerven, nachdem sie die Epithelialschicht durchdrungen, die grossen Epithelzellen allseitig fest umgeben und mit denselben bis zur Oberfläche der Epithelialschicht gelangen. Diese Vermuthung könnte noch dadurch an Boden gewinnen, dass die kegelförmigen inneren Enden der grossen Epithelialzellen sich in zarte kurze Fäserchen auflösen. Allein ich glaube, eine derartige Voraussetzung wäre zur Zeit noch ein wenig zu sanguinisch. Die Zahl der Mittheilungen über gestreifte Zellen wächst mit jedem Tage. So ist zum Beispiel schon lange Zeit bekannt, dass die Linsenfasern manchmal längsgestreift erscheinen. Pflüger hat die Streifung beinahe an allen die Speicheldrüsen construirenden Zellen beobachtet. Ich selbst habe gesehen, wie eine regelmässige Streifung durch die Einwirkung gewisser Reagentien auf dem Krystallkörper einiger Seekrebse hervorgebracht wurde. Ich habe endlich beobachtet, dass sogar der Inhalt der Becherzellen zuweilen wie aus feinsten Fäserchen bestehend erscheint. Dies mahnt uns, die Streifungen sehr vorsichtig zu deuten und

nicht Alles, was gestreift ist, für nervös zu halten. Ich muss noch darauf aufmerksam machen, dass beim Triton an den Uebergangsstellen des Epithels der Riechgegend in das gewöhnliche Epithel, wo die Riech- und Epithelialzellen zugleich dicker und kürzer werden, die innern Enden der Epithelialzellen enorm breit sind und keine Streifung zeigen (Fig. 340).

M. Schultze hat schon längst die Hypothese ausgesprochen, dass die Fibrillen des Riechnerven mit den inneren Enden der Riechzellen in Verbindung treten können. Als Hauptstütze seiner Hypothese weist er auf die vollständige Analogie hin, welche in chemischer und morphologischer Hinsicht zwischen den Centralenden genannter Zellen und den Nervenfibrillen besteht. Zur weiteren Begründung dieser Hypothese kann ich hinzufügen, dass unter der Einwirkung des Chlorgoldes die Geruchsnerven beständig eine schwarzviolette Farbe annehmen und obwohl sehr selten, doch in gelungenen Fällen sehr deutlich auch die Fortsätze der Riechzellen sich färben, während der Kern blass und durchsichtig bleibt. Ich bin im Besitze eines Präparates von einer Schildkröte, ein Unicum unter vielen Hunderten von Schnitten, auf welchem man den unmittelbaren Uebergang der Nervenfibrillen in die Epithelialschicht beobachten kann. Von den tieferliegenden Zweigen des Geruchsnerven steigen die Aestchen beinahe in senkrechter Richtung gegen die Epithelialschicht auf. Diese Aestchen sind fibrillär und mit Kernen belegt. Unter weiterer Theilung erreichen sie die Grenze, und erst hier zerfallen sie in wenig zahlreiche Fibrillen und feinste Bündelchen, welche auf einer sehr kurzen Strecke horizontal und fächerförmig sich ausbreiten und dann wieder senkrecht, aber unregelmässig geschlängelt in die Epithelialschicht verlaufen, woselbst sie sich bis zu den Kernen der Riechzellen verfolgen lassen. Das könnte wohl die M. Schultze'sche Hypothese zur Thatsache erheben, wenn wir nur in dem Chlorgolde wirklich ein Mittel besässen, welches ausschliesslich die Nervenelemente färbte, wenn überhaupt das Goldchlorid in seinen Wirkungen nicht so launisch wäre und keine Trugbilder erzeugte. Es findet sich noch, wie oben erwähnt, in der Epithelialschicht der Riechgegend die besondere Art von Zellen — den Engelmann'schen Gabelzellen sehr ähnlich. Diese für die Endigungen der Nerven ansehen zu wollen, ist Geschmacksache.

Manchmal lassen sich Bilder erhalten, an denen es ganz evident ist, wie die Nebenfibrillen zu Bündeln vereinigt in die Epithelialschicht eindringen und sehr weit zwischen den Epithelzellen nach aussen gelangen, was freilich eine freie Endigung derselben vermuthen lässt (Fig. 338 *C*). Scheinbar widerspricht diese Aussage dem, was in dem früheren Absatze über die Nervenendigung gesagt worden ist; aber auch nur scheinbar. Wenn wir erwägen, dass, wie ich mich mit Beobachtung aller Cautelen an mir selbst überzeugt habe, die Riechgegend auch sensibel ist; wenn wir ferner erwägen, wie wahrscheinlich es ist, dass Sensibilität und Geruch von verschiedenen Nerven vermittelt wird, so liegt es wohl nahe, die von mir beobachteten freien Nervenenden als den sensiblen Fasern angehörend zu betrachten. Max Schultze hat übrigens schon

zwischen den marklosen Fasern markhaltige beobachtet. Nicht minder schwierig zu beantworten ist die Frage über das Verhältniss des Olfactoriusfibrillen zu dem centralen Theile des Geruchsorgans. Durch WALTER[1], LEYDIG[2], M. SCHULTZE[3], ist schon längst bekannt und jüngst von MEYNERT[4] bestätigt worden, dass die Olfactoriusfibrillen zunächst von grossen kugeligen Körpern, welche in dem Bulbus olfactorius eingebettet sind, bündelweise entspringen. Doch wie sich KÖLLIKER in seinem Buche ausdrückt, sind diese Gebilde bis jetzt in ihrem feineren Baue nicht zu ergründen gewesen. Die besten Resultate erhält man noch, wenn man die verschiedenen Verhältnisse dieser Körper bei Plageostomen untersucht, die dieselben Bestandtheile, welche bei höheren Thieren den Centralapparat constituiren, vereinzelt und weit von einander liegend besitzen. Bei Torpedo zum Beispiel legt sich der Bulbus olfactorius unmittelbar an die Riechgrube an und verbindet sich vermittelst des langen und dünnen Tractus olfactorius mit den vorderen Scheinlappen, indem die Hüllen des Tractus unmittelbar in jene des Bulbus übergehen, in welchem die oben genannten kugeligen Gebilde ohne besondere Ordnung eingelagert sind. Sie sind von einander getrennt durch Nervenfasern und Gefässe, stellen eine feinkörnige Struktur dar und sind von aussen scheinbar mit Kernen belegt. Bei Torpedo kann man sich leicht davon überzeugen, dass diese scheinbaren Kerne eigentlich unzweifelhafte sehr kleine Nervenzellen sind; einige darunter sind bipolar, die Mehrzahl multipolar. Der eine von den Fortsätzen dieser Zellen erscheint zuweilen glatt und richtet sich gegen den Tractus olfactorius, wo er zugleich sich mit Marksubstanz überzieht. Die andern Fortsätze sind anfangs dick, theilen sich aber später in eine Unzahl von Zweigen, welche in die kugeligen Körper dringen. Wenn eine Nervenzelle bipolar ist, so geht der zartere Fortsatz in den Tractus olfactorius über; der andere aber von deutlich fibrillärem Bau dringt auch in den kugeligen Körper ein, wo er in feinste Fibrillen zerfällt. Die Fibrillen verbreiten sich einmal in eine Kugel ohne alle Ordnung und treten aus einer Seite derselben in Bündel vereinigt heraus; ein anderes Mal vereinigen sie sich schon in der Kugel selbst zu einen Bündel, welches einen schneckenförmigen Verlauf nimmt und sich zu den übrigen Bündeln der Riechnerven hinzugesellt (Fig. 343).

Welche morphologische Bedeutung können nun die fraglichen Kugeln haben? Sind sie eigenthümliche Gebilde, oder finden sie ihr Analogon im Nervensystem? Obgleich sie auf den ersten Anblick als feinkörnig erscheinen, so stellen sie doch an sehr dünnen Durchschnitten ganz denselben Bau dar, wie die sogenannte Molecularschicht der Netzhaut. Es wäre aber, wie mir scheint, nicht ganz richtig, anzunehmen, dass wir hier eine reticuläre oder schwammige

---

1) VIRCHOW, Archiv XXII.
2) Lehrbuch der Histologie. 1857.
3) l. c.
4) Vierteljahrschrift für Psychiatrie. II. Jahrg. 1. 4. 102.

Bindesubstanz vor uns haben. Es sind vielmehr Knäuel von feinsten Fibrillen, deren Ursprung wir schon kennen, und zwischen welchen eine reichliche feinkörnige Masse eingelagert ist. Man trifft ähnliche Verhältnisse überall dort, wo nur Nervenfibrillen oder, wenn es beliebt, die feinsten Axencylinder nackt sind, oder mit andern Worten, wo die Nerven die höhere Stufe der Entwickelung nicht erreicht haben. Wenn solche Fibrillen parallel neben einander verlaufen, wie das bei den embryonalen oder Geruchsnerven der Fall ist, dann bieten die Bündel von Fibrillen ein streifig körniges Ansehen dar. Die kleinsten Körnchen, oder vielleicht eine Substanz, welche nur unter dem Einflusse von gewissen Reagentien sich in Körnchen verwandelt, haften so

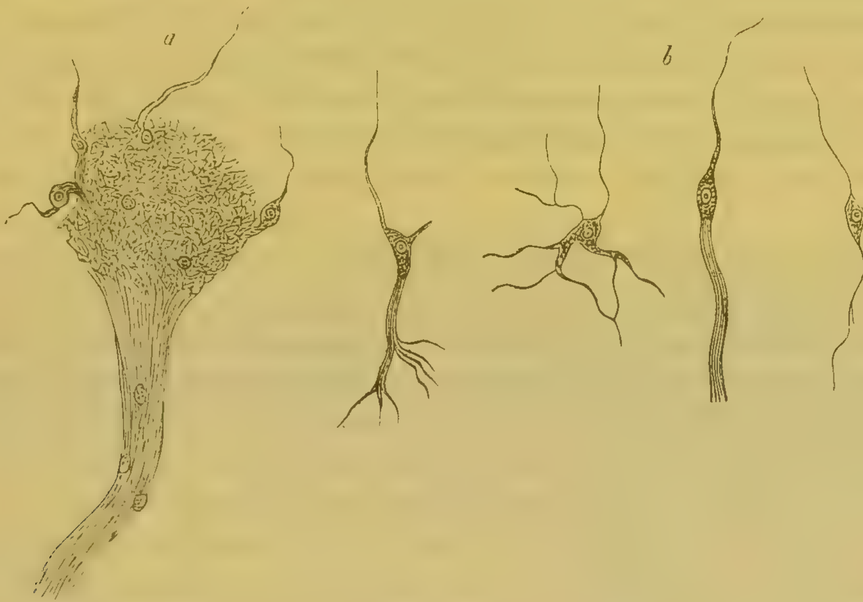


Fig. 343. *a* Eine isolirte Kugel mit anhaftenden Nervenzellen aus dem Bulbus olfactorius von Torpedo; *b* isolirte Nervenzellen (ebendaher).

stark an den Fibrillen und kleben diese so fest an einander, dass die Isolirung derselben sehr schwierig ist. Wenn aber die Fibrillen einen unregelmässigen verwickelten Verlauf nehmen, so entsteht das Bild der reticulären Bindesubstanz, welche hauptsächlich durch die Körnchen bedingt wird; dann ist die Isolirung der einzelnen Nervenfibrillun beinahe unmöglich, wie es bei den Kugeln der Regio olfactoria geschieht. Ich bin sehr geneigt, anzunehmen, dass dieselben Verhältnisse in der Retina und vielleicht an anderen Stellen des Nervensystems sich wiederholen.

Der Tractus olfactorius besteht ausschliesslich aus markhaltigen Nervenfasern, welche keine Schwann'sche Scheide haben. Nachdem sie zu einem von den beiden Vorsprüngen, welche beim Torpedo zu beiden Seiten der grossen Hemisphären gelagert sind, gelangt, dringen sie in die reticuläre Substanz ein, verlieren allmählich ihre Markschicht und verbinden sich dann mit zahlreichen kleinen Nervenzellen, von denen die einen wiederum bipolar,

die andern multipolar sind. Das Alles ist das einzig Thatsächliche, was ich aus meinen Untersuchungen über den Centralapparat des Geruchsorgans bei Plageostomen gefunden habe. Etwaige weitere Bestandtheile dieses Apparats blieben mir unzugänglich, und die Literatur bietet darüber noch keine sicheren Angaben. Alle eben beschriebenen Verhältnisse über den Ursprung des Nervus olfactorius sind aber auch gültig für die höheren Wirbelthiere — wie verschieden der Bau derselben auf den ersten Blick auch erscheinen möge. Ueberall entspringen die Fasern des Tractus olfactorius unmittelbar aus einer feinkörnigen, reticulären Masse, möge sie nun in Kugeln oder andersartig geformt sein.

Diese Masse ist überall von kleinen Nervenzellen umgeben. Die Ausläufer, welche nach innen zu in den Olfactorius und das Grosshirn gehen, wandeln sich überall in markhaltige Nervenfasern um, die sich hie und da wieder mit neuen Nervenzellen vereinigen. Demnach besteht nur ein Unterschied in topographischer Hinsicht, was natürlich nur als Nebensache betrachtet werden muss und in andere Capitel dieses Buches hineingehört.

Während der letzten Revision dieses Bogens publicirte Exner (Wiener Sitzungsberichte) über Untersuchungen der Riechschleimhaut des Frosches. Nach dem, was ich aus der kurzen, vorläufigen Mittheilung entnehmen kann, sollen sich die Aeste des Riechnerven zwischen dem Bindegewebe der Schleimhaut und der Epithellage in ein Maschenwerk auflösen, aus welchem die centralen Fortsätze sowohl der sogenannten Riechzellen, als auch der Epithelialzellen entspringen. Die Trigeminusfasern bilden im Bindegewebe der Schleimhaut einen weitmaschigen Plexus. Stricker.

Capitel XXXVI.

Sehorgan.

I.

Die Retina.

Von

Max Schultze.

Die Retina ist die häutige Endausbreitung des Sehnerven im Hintergrunde des Augapfels. Ausser Nervenfasern enthält dieselbe verschiedene Formen von Nervenzellen, welche in den Verlauf der Fasern eingeschoben sind, bevor diese ihr peripherisches Ende erreichen, dieses Ende aber ist ausgezeichnet durch eigenthümliche Endapparate, welche die Schicht der Stäbchen und Zapfen der Retina darstellen und von pigmentirten Scheiden umgeben werden. Die Nervenfasern und Nervenzellen der Netzhaut sind in eine spongiöse Bindesubstanz eingebettet, welche als eine Fortsetzung derjenigen des Sehnerven zu betrachten ist und eine grosse Aehnlichkeit mit der Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems besitzt. Blutgefässe und wahrscheinlich auch Lymphgefässe stellen einen Theil dieser Bindesubstanz dar.

Die Gewebselemente der Netzhaut gruppiren sich in Schichten parallel der Oberfläche der ähnlich einer Kugelschale gewölbten Haut. Die innerste derselben, welche dem Glaskörper aufliegt, ist die mit der Oberfläche des letzteren oft innig verbundene Grenzschicht der spongiösen Bindesubstanz, Membrana limitans interna, deren Verwachsung mit dem Glaskörper zumal in der Gegend der Ora serrata unter Umständen die Ablösung der Netzhaut im frischen oder gut conservirten Zustande ausserordentlich erschwert. Die äusserste der Schichten ist die der Stäbchen und Zapfen mit Einschluss der Pigmentscheiden, welche von einer besonderen Zellenschicht, der Pigmentzellenschicht der Netzhaut gebildet werden. Diese liegt der Chorioides und zwar der glashellen Bindesubstanz der Choriocapillaris auf und bleibt beim Abheben der Retina häufig auf ihr haften, in welchem Falle dann die Stäbchen und Zapfen, herausgezogen aus ihren Pigmentscheiden, für sich die äusserste Schicht der Netzhaut darstellen. Aber auch von diesen bleiben nicht selten Theile mit dem Pigment an der Chorioides zurück, indem bei guter Conser-

virung die Pigmentscheiden den in sie eingeschlossenen Theil der Stäbchen nicht leicht fahren lassen, so dass dieser letztere mit dem Pigment an der Chorioides, der innere Theil der Stäbchen an der Netzhaut haftet.

Die Schichtung der Netzhaut ist eine vielfache und die Synonyme in der Namengebung drohen das Verständniss der ophthalmologischen Literatur zu erschweren. Es ist demnach von Wichtigkeit, sich über eine möglichst einfache Bezeichnungsweise der verschiedenen Schichten zu einigen. Die Namen, welche Heinrich Müller consequent in allen seinen Publicationen über die Retina benutzte, sind die gebräuchlichsten geblieben und lassen sich auch mit einigen Modificationen festhalten. Neu eingeführt ist nur die Membrana limitans externa (M. Schultze) und die Trennung der Zwischenkörnerschicht H. Müller's in zwei gesonderte Lagen. Ich habe auf die Nothwendigkeit dieser Trennung zuerst aufmerksam gemacht und der constanten Lage fein granulirt aussehender Substanz zwischen inneren und äusseren Körnern den Namen Zwischenkörnerschicht gelassen, dagegen die namentlich am gelben Fleck des Menschen stark entwickelte, aus Stäbchen- und Zapfenfasern bestehende Modification der äusseren Körnerschicht, welche H. Müller der Zwischenkörnerschicht zurechnete[1]), abgetrennt. Henle nennt die Zwischenkörnerschicht, wie ich sie definire, äussere granulirte Schicht und drückt damit die Aehnlichkeit im Bau mit der moleculären oder inneren granulirten Schicht aus, die radiärfaserige innere Abtheilung der äusseren Körnerschicht aber belegt er mit dem Namen äussere Faserschicht. Um Missverständnissen in der Auffassung des Namens Zwischenkörnerschicht, welcher dem oben Gesagten zufolge in H. Müller's Publicationen etwas anderes bedeutet als in den meinigen, vorzubeugen, soll im Nachfolgenden die Henle'sche Bezeichnung »äussere granulirte Schicht« statt »Zwischenkörnerschicht« angewandt werden, wonach dann die hier benutzte Nomenclatur der Schichten der Netzhaut von innen nach aussen aus folgender Uebersicht zu entnehmen ist:

1. Membrana limitans interna.
2. Opticusfaserschicht.
3. Ganglienzellenschicht.
4. Innere granulirte (moleculäre) Schicht.
5. Innere Körnerschicht.
6. Aeussere granulirte (Zwischenkörner-) Schicht.
7. Aeussere Körnerschicht mit Einschluss der an gewissen Stellen der Netzhaut vorhandenen äusseren Faserschicht.
8. Membrana limitans externa.
9. Stäbchen- und Zapfenschicht.
10. Pigmentschicht.

Sämmtliche Schichten der Netzhaut, welche zwischen den beiden Grenzschichten liegen, sind zusammengesetzt aus den beiden verschiedenen Ele-

1) Vgl. H. Müller, Z. f. w. Z. Bd. VIII, Taf. II, Fig. 17, 3.

mentartheilen, welche bereits genannt wurden, Elementen des Nervengewebes und Elementen der Bindesubstanz. Dies ist unbestritten. Die grössten Meinungsverschiedenheiten herrschen dagegen darüber, welcher von beiden Gruppen von Geweben im einzelnen Falle diese oder jene Faser, diese oder jene Zelle zuzurechnen sei. Es beruht dies auf dem unseren Forschungen über die Endigung der Nerven an der Peripherie und im Centrum überall auf das Hinderlichste entgegentretenden Umstande, dass sehr feine marklose Nervenfasern durch kein vollkommen sicheres Merkmal, selbst nicht bei starken Vergrösserungen, von Fasern anderer Bedeutung unterschieden werden können, zumal nicht, wenn beide Arten innig unter einander durchflochten sind, wie dies an vielen Stellen der Retina unzweifelhaft der Fall ist. Um Anhaltspunkte zur Unterscheidung dieser beiden Faserarten zu gewinnen, werden wir bei Betrachtung des feineren Baues der Netzhaut von der der unzweifelhaften Nervenfasern ausgehen, wie sie sich vom Sehnerven divergirend ausbreiten und die der Membrana limitans interna zunächst folgende Schicht der Sehnervenfasern darstellen. Mit den hier gewonnenen Resultaten werden wir die Nervenfasern auch in anderen Schichten, in denen der continuirliche Zusammenhang nervöser Elemente nicht mehr nachweisbar ist, aufsuchen und unterscheiden lernen. Die stützende Bindesubstanz werden wir danach in einem besonderen Abschnitte beschreiben, ebenso die Abweichungen, welche der Bau der Netzhaut an der Macula lutea, Fovea centralis und Ora serrata erleidet. Die Gefässe der Netzhaut finden ihre Beschreibung an einer anderen Stelle.

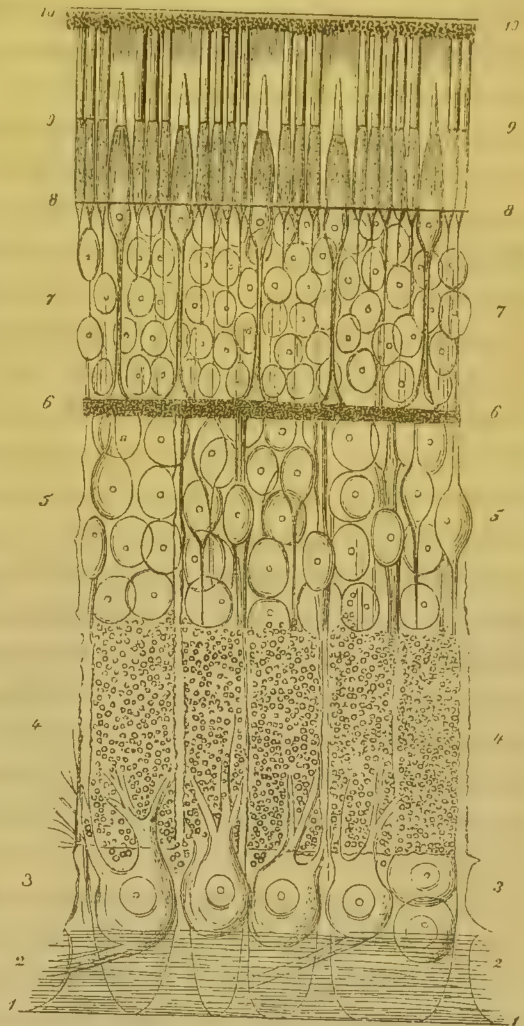


Fig. 344. Uebersicht der Schichten in der Netzhaut des Menschen. Vergr. 400. Die Zahlen beziehen sich auf vorstehende Erklärung im Text.

1. Die nervösen Bestandtheile der Netzhaut.

Der Sehnerv besteht an der Stelle, wo er die äussere Oberfläche des Augapfels erreicht, wie in seinem ganzen Verlaufe durch die Augenhöhle, ab-

gesehen von seinen Scheiden, Blut- und Lymphgefässen, aus markhaltigen Nervenfasern, welche in Bündelchen gruppirt, in relativ festes Bindegewebe eingebettet sind. Beim Zerzupfen kleiner Abschnitte im frischen Zustande und in indifferenten Flüssigkeiten bekommt man von Nervenfasern nur kurze Stücke, tropfenartige und wurstförmige Massen von Nervenmark zu Gesicht, welche den Elementen der weissen Substanz des Gehirnes gleichen.[1]) Längere Stücke der markhaltigen Nervenfasern lassen sich isoliren durch Zerzupfen feiner Längsschnitte in conservirenden Flüssigkeiten erhärteter Sehnerven. Auch diese gleichen in ihrer mit Knötchen und Varicositäten aller Art besetzten Oberfläche ganz den in ähnlicher Weise behandelten markhaltigen Fasern der weissen Substanz des Gehirns.[2]) Wir müssen hiernach annehmen, dass die Fasern des Sehnerven gleich denen des Gehirns der Schwann'schen Scheide entbehren. Wenn trotzdem die Festigkeit der Substanz des Sehnerven im Ganzen eine grössere ist als die der Hirnsubstanz, so erklärt sich dies hinlänglich aus der grossen Menge fester Bindesubstanz, welche im Sehnerven enthalten ist, und von deren Anwesenheit man sich durch Betrachtung feiner Querschnitte erhärteter Nerven überzeugt. Jedes Bündel Nervenfasern ist von dem benachbarten durch eine dicke Lage blutgefässreichen, fibrillären Bindegewebes geschieden,[3]) so dass nach ungefährer Schätzung die Nervenfaserbündel kaum die Hälfte der Substanz des Sehnerven einnehmen. In jedem Bündel sind Nervenfasern sehr verschiedener Dicke gemischt, wobei die feineren an Menge überwiegen. Während der Sehnerv die Sclerotica an der sogenannten Lamina cribrosa durchbohrt, verlieren, einige später zu erwähnende Fälle ausgenommen, alle Nervenfasern ihre Markscheide. Die so entstehende Dickenabnahme des Nerven ist eine ziemlich plötzliche, und soll nach Löwig[4]) auch durch einen Uebergang der inneren Bindesubstanz des Nerven in diejenige der Sclerotica und Chorioides mit bedingt sein. Was von den Nervenfasern übrig bleibt, sind die ungemein zarten, einer Markhülle, wie es scheint, jetzt ganz entbehrenden Axencylinder. Diese treten, die Arteria und Vena centralis umschliessend, und immer noch von einer gewissen

---

1) Diese Aehnlichkeit der Fasern des Sehnerven mit den Hirnfasern und die Verschiedenheit von anderen peripherischen Nerven beschrieb und erläuterte mit vielen Abbildungen zuerst Ehrenberg, Abhandl. der Acad. der Wissensch. zu Berlin aus dem Jahre 1834. p. 665. Taf. I—V.

2) Vergl. dieses Handbuch, p. 111, Fig. 19.

3) Vergl. die Beschreibungen und Abbildungen von Quer- und Längsschnitt bei Donders in Graefe's Archiv Bd. I, Abth. 2, Taf. II, Fig. 2 und 3, bei Henle, Eingeweidelehre p. 583; und bei Leber Graefe's Archiv, Bd. XIV, 2, Taf. V, Fig. 1. Solche Schnitte geben ausserordentlich instructive Bilder, wenn sie Sehnerven entnommen werden, welche kurze Zeit in starker Lösung von Ueberosmiumsäure oder nach F. E. Schulze in Palladiumchlorid erhärtet wurden, oder wenn feine Schnitte anderweit erhärteter Nerven mit Goldchlorid gefärbt werden (Leber), und erklären, wie Klebs (Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 324), hervorheben konnte, dass die Menge des Bindegewebes im Sehnerven oft noch weit ansehnlicher sei, als aus der Fig. 5 auf Taf. XIX der Icones physiologicae ersichtlich. Die Unterschiede normaler und atrophischer Sehnerven bespricht Leber a. a. O. sehr genau.

4) Studien des phys. Inst. zu Breslau, herausgegeben von Reichert 1858, p. 125.

Menge Bindesubstanz umgeben, durch die Chorioides und strahlen nach allen Seiten, den niedrigen Krater der Excavation des Opticuseintrittes begrenzend, [1]) in die Ebene der inneren Oberfläche der Retina aus, und bilden hier die der Membrana limitans interna nach aussen anliegende Opticusfaserschicht, deren Dicke gegen die Ora serrata allmählich abnimmt, so dass an letzterer selbst nur noch vereinzelte Fasern oder Faserbündelchen nachweisbar sind. Am gelben Fleck der Retina erleidet die Schicht der Nervenfasern als zusammenhängende Lage eine Unterbrechung. Der Rest von Bindesubstanz des Opticus geht in die Substanz der Stützfasern der Netzhaut über. [2])

Die Natur der die in Rede stehende Schicht zusammensetzenden Nervenfasern lässt sich im ganz frischen Zustande studiren, wenn man Stücke der Retina aus dem noch warmen Bulbus in Glaskörperflüssigkeit, die innere Fläche nach oben, unter das Mikroskop bringt. Zumal in der Nähe der Ora serrata, wo die Sehnervenfasern vereinzelt verlaufen und die Netzhaut im Ganzen dünner und durchsichtiger ist, erhält man klare Bilder, vorausgesetzt, dass die bald nach dem Tode in den meisten zelligen Elementen der Retina sich einstellende körnige Gerinnung noch nicht eingetreten ist. Eine Isolirung der weichen Fasern durch Zerzupfen im frischen Zustande und in indifferenten Flüssigkeiten ist nur sehr unvollkommen ausführbar, gelingt dagegen an passend erhärteten und macerirten Netzhäuten, z. B. nach kürzerer oder längerer Aufbewahrung in Jodserum, dünnen Lösungen von Chromsäure und doppelt chromsaurem Kali. Die Nervenfasern der Netzhaut, welche auf solche Weise zur Beobachtung kommen, sind von sehr verschiedener Dicke, viele an der Grenze des Messbaren also unter $1/2$ Mik., die dicksten 3—5 Mik. Von anliegenden oder eingebetteten Kernen zeigt keine eine Spur, ebenso wenig von einer abhebbaren Hülle oder von einer Scheidung in Rinde und Mark. Es sind blasse, biegsame, sehr weiche Fasern, an welchen eine andere Structur nicht wahrnehmbar ist, als die Andeutung einer fibrillären Streifung und hier und da eine Ansammlung feiner Körnchen. Alle zeigen eine grosse Neigung zur Bildung spindelförmiger Varicositäten. An frischen Präparaten in situ fehlen dieselben so gut wie ganz, ihre Bildung kann bei Anwendung von Jodserum durch Zusatz von Kochsalz zu demselben verhindert, durch Verdünnung des Serum mit Wasser befördert werden, ist also unzweifelhaft eine eigenthümliche Quellungserscheinung. Die Zahl, die Grösse, die Gestalt der Varicositäten wechselt mannigfach, aber immer ist das Bild ein ganz anderes als an den markhaltigen Fasern des Hirns oder Rückenmarkes. Bei letzteren wird die knotige, mit Varicositäten besetzte Oberfläche durch ein partielles Hervortreten des stark lichtbrechenden Nervenmarkes erzeugt. Von solchem ist hier keine Spur nachweisbar, es entspricht die Bildung der spindel-

1) Ueber die sogenannte physiologische Excavation des Sehnerveneintrittes handelt H. Müller in Graefe's Archiv f. Ophth. Bd. III, Abth. 2, p. 86. Ausführliches auch über die neuere Literatur enthält L. Mauthner, Lehrbuch der Ophthalmoskopie 1868, p. 252.

2) Klebs in Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 321, Taf. VII.

förmigen Varicositäten der Opticusfasern der Retina vielmehr einer Erscheinung, welche an Axencylindern beobachtet werden kann, welche aus der Markscheide isolirt worden sind, z. B. an Fasern des Nervus acusticus. [1]

Dass an den Stellen, wo Varicositäten entstanden sind, eine Veränderung in der Textur der Opticusfasern vorgegangen ist, beweist auch der Umstand, dass die Varicositäten namentlich der dickeren Fasern im Innern meist eine

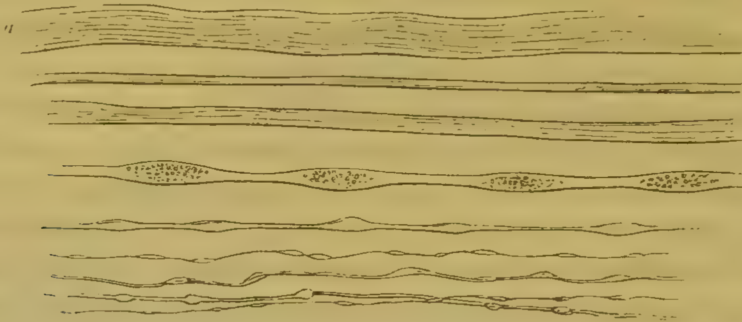


Fig. 345. Nervenfasern der Retina mit und ohne Varicositäten, *a* vom Rind, die übrigen vom Menschen. Vergr. 800.

körnige Umwandlung der Fasersubstanz zeigen, während die nicht gequollenen Stellen homogen geblieben sind und die fibrilläre Structur mehr oder weniger deutlich erkennen lassen. Dass hier Quellungserscheinungen eine Hauptrolle spielen, beweist auch das Verhalten der Nervenfasern der Retina zu den Lösungen der Chromsäure, deren concentrirtere die Varicositätenbildung verhindern, während mit zunehmender Verdünnung die Zahl und Grösse der Varicositäten zunimmt, bis endlich die perlschnurförmig dicht mit Ausbuchtungen besetzten Fasern unter weiterer Quellung ganz zu Grunde gehen. [2] Dies tritt bei den feinsten Fasern, deren Varicositäten von Anfang an relativ am grössten sind und sich auch in kürzeren Zwischenräumen wiederholen, früher ein als bei den dicksten Fasern.

Gabelförmige Theilungen der Nervenfasern sind von Corti [3] und von Gerlach [4] beschrieben und abgebildet. Sie kommen, wenn überhaupt in der Opticusfaserschicht, nur sehr einzeln vor. Die angezogenen Fälle beziehen sich möglicherweise auf Fortsätze von Ganglienzellen.

Den regelmässig strahligen Verlauf der Nervenfasern in der Netzhaut unterbricht den übereinstimmenden Angaben von Michaelis, H. Müller, Henle, Kölliker u. A. zufolge der gelbe Fleck insofern, als hier eine continuirliche Faserschicht fehlt, die Nervenfasern vielmehr sich in der dicken Ganglien-

---

1) M. Schultze, Observationes de retinae structura penitiori 1859, Fig. 1.

2) Genauere Angaben über die Lösungen, in welchen Varicositäten der Sehnervenfasern der Retina erzeugt werden können, finden sich in meinem Aufsatz in den Monatsberichten der Academie der Wissenschaften zu Berlin. 1856. p. 511.

3) Müller's Archiv 1850. Taf. VI, Fig. 3.

4) Handbuch der Gewebelehre 1854. p. 498.

zellenschicht verstecken und, um hier reichlich eintreten zu können, schon in der Umgegend des gelben Fleckes einen bogenförmigen Verlauf annehmen. LIEBREICH [1]) macht neuerdings noch auf eine andere Abweichung aufmerksam, welche darin bestehen soll, dass von der Eintrittsstelle des Opticus senkrecht nach oben und unten viel mehr Nervenfasern verlaufen, als nach aussen, wo es doch bei weitem grössere Flächen der Retina zu innerviren giebt. Die Fasern sollen dann in Begleitung der grösseren Gefässe in Bogen um die Macula lutea nach aussen gelangen, um hier schliesslich zu endigen.

Bei mikroskopischer Besichtigung einer unverletzten Netzhaut von der inneren Oberfläche gewahrt man häufig eine Gruppirung der Nervenfasern zu Bündeln, zwischen denen langgestreckte spindelförmige Lücken bleiben. [2]) Hier drängen sich Gruppen der die Nervenfaserschicht durchziehenden radialen Stützfasern zwischen die Bündel, um in der Membrana limitans interna zu endigen. Wo wie an der Ora serrata die Nervenfasern sehr spärlich werden oder wie an der Macula lutea als continuirliche Lage fehlen, treten auch die Ganglienzellen unmittelbar an die Limitans interna heran.

Ausnahmsweise persistirt beim Menschen das Nervenmark einzelner Portionen der Sehnervenfasern noch über die Eintrittsstelle des Opticus in die Retina hinaus. Dadurch wird die betreffende Stelle der Netzhaut undurchsichtig und sieht bei auffallendem Lichte weiss aus, wie die vortrefflichen ophthalmoskopisch gewonnenen Bilder in LIEBREICH's Atlas der Ophthalmoskopie, Taf. XII, Fig. 1 und 2 zeigen. Seit VIRCHOW [3]) den ersten derartigen Fall an der Leiche constatirte (ein 46jähriger Mann, an dessen beiden Augen um die Eintrittsstelle des Opticus markhaltige Fasern, am einen Auge 4strahlig divergirende Flecke, am andern einen trübweissen Ring bildeten), ist sowohl durch anatomische wie durch ophthalmoskopische Untersuchungen eine Reihe ähnlicher Fälle bekannt geworden. Dieselben sind in doppelter Beziehung verschieden, indem in einigen die Stellen, welche markhaltige Fasern enthielten, sich unmittelbar an die Eintrittsstelle des Opticus anschlossen, [4]) in anderen selteneren isolirte weisse Flecke der Retina entfernt von der Sehnervenpapille eine Lage markhaltiger Nervenfasern zeigten, so dass hier das Mark nach dem Schwund an der Eintrittsstelle nach einer gewissen Strecke des Verlaufes wieder auftrat. [5])

Unter den Säugethieren findet sich eine Fortsetzung markhaltiger Nervenfasern in die Retina, wie seit BOWMAN bekannt ist, normal beim Kaninchen [6]) und Hasen. Hier sind es zwei vom Sehnerveneintritt nach entgegengesetzten Richtungen strahlig auslaufende weisse Bündel, welche die Netzhaut ziemlich undurchsichtig machen, die Perception des Lichtes an den betreffenden Stellen aber doch vielleicht

---

1) ZEHENDER, Klinische Monatsblätter f. Augenheilkunde. Jahrg. VII, 1869, p. 457.

2) Vergl. H. MÜLLER und KÖLLIKER, Retinatafel in ECKER Icones etc. Fig. 14.

3) Dessen Archiv. Bd. X, p. 190.

4) DÖNITZ (REICHERT und DU BOIS REYMOND, Archiv 1864, p. 741), bei welchem ophthalmoskopisch diese Persistenz nachgewiesen ist, constatirte an seinem Auge, dass die betreffende Stelle wie die Eintrittsstelle des Sehnerven blind, d. h. entweder ganz undurchsichtig ist, oder dass hinter den Nervenfasern auch die Stäbchen und Zapfen fehlen.

5) Z. B. in dem Falle von RECKLINGHAUSEN, VIRCHOW's Archiv, Bd. XXX, p. 375.

6) Vergl. H. MÜLLER's Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 64. Anm.

nicht ganz verhindern, da die Stäbchenschicht hinter diesen weissen Stellen, wie ich mich überzeugte, wohl entwickelt ist. Eine geringe Menge von Marksubstanz, welche die Durchsichtigkeit der Opticusfaserschicht aber kaum beeinträchtigt, findet sich um die Nervenfasern der Retina bei vielen Fischen, wie Leydig schon bemerkt hat, indem er von den Nervenprimitivfasern der Netzhaut der Rochen und Haifische sagt, sie seien »scharf contourirt, varicös«. [1]) H. Müller erwähnt ebenfalls, dass ein Theil der Fasern innerhalb des Bulbus bei Fischen eine Zusammensetzung aus Axencylinder und Markscheide zeige. [2]) Auch bei Vögeln lässt sich etwas Aehnliches beobachten.

Eine sehr merkwürdige Abweichung vom Normalen stellen die Verdickungen der Nervenfasern der Retina dar, welche zuerst bei Morbus Brightii als Ursache gewisser hier auftretender weisser Flecke der Netzhaut erkannt und für bipolare Ganglienzellen gehalten wurden. Von Zenker und Virchow zuerst beschrieben und von H. Müller [3]) in ihrer wahren Natur erkannt, stellen dieselben bipolaren Ganglienzellen ähnlich sehende Varicositäten, spindelförmige Verdickungen und Verdichtungen der marklosen Fasern dar, deren Substanz fester und glänzender als die normaler Axencylinder ist und der Zersetzung länger widersteht.

Durchschneidung des Nervus opticus in der Augenhöhle bei Thieren hat Atrophie der Nervenfaserschicht zur Folge (Lehmann), welcher nach Krause eine Ablagerung von Fettkörnchen in den durchsichtigen, blassen Fasern vorausgeht, welche fettige Entartung sich auch auf die Elemente der folgenden Schicht, die Ganglienzellen, erstreckt.

Nach aussen von der Nervenfaserschicht befindet sich über den grössten Theil der Retina ausgebreitet eine einfache Lage durch grössere oder kleinere Zwischenräume von einander getrennter Nervenzellen oder Nervenkörper, welche als die Schicht der Ganglienzellen bezeichnet wird. In der Umgegend der Macula lutea des Menschen lagern sich zwei und drei solcher Zellen über einander, um sich in dem gelben Fleck selbst unter Verdrängung der Nervenfaserschicht zu einer vielfachen Lage über einander zu schichten. Die Grösse dieser Körper variirt ausserordentlich in einer und derselben Retina. Man findet kleine von 15 Mik. Durchmesser dicht neben anderen von der doppelten Grösse und darüber. Alle haben das eigenthümlich feinkörnige Aussehen der Zellsubstanz, wie es die Nervenkörper der Ganglien und der Centralorgane auszeichnet, meist ohne gelbe Pigmentirung, [4]) die bekanntlich sonst öfter bei Nervenzellen gefunden wird, und enthalten einen relativ grossen homogen durchsichtigen Kern und immer das auffallend grosse Kernkörperchen, welches Ganglienzellen aller Orten besitzen, in dessen Innerem hie und da wieder ein kleines Bläschen oder Körnchen gefunden wird. Trotz der Schwierigkeit, die Zellen wohl erhalten zu isoliren, liegt doch eine ganze Reihe von Beobachtungen vor über lange und verästelte Fortsätze, welche dieselben nach Art der Ganglienzellen der Centralorgane aussenden. Es scheint

---

1) Beiträge z. mikr. A. u. Entwicklungsgesch. d. Rochen und Haie. 1852. p. 24.
2) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 22.
3) Graefe, Archiv. Bd. IV, 2, p. 41.
4) Nach Corti haben die Ganglienzellen der Retina des Elephanten eine gelbliche oder gelblich braune Farbe.

aber ein besonderer, schwer zu treffender Macerationszustand der Retina nöthig zu sein, um vollkommene derartige Isolirungen zu Stande zu bringen, wenigstens erklärt sich nur so der eigenthümliche Umstand, dass die besterhaltenen Fortsätze von Ganglienzellen der Retina, welche bisher zur Beobachtung gekommen sind, aus der Retina eines Elephanten stammen, dessen Augen erst 7 Tage nach dem Tode aus dem Cadaver genommen wurden. [1])

Man kann die Ganglienzellen mit Fortsätzen im ganz frischen Zustande der Netzhaut sehen, wenn man Theile aus der Gegend der Ora serrata mit der inneren vom Glaskörper befreiten Fläche nach oben in Serum zur Beobachtung ausbreitet. Zwischen den sich mannigfach kreuzenden zerstreuten Nervenfaserbündeln gewahrt man ganz oberflächlich unter der Limitans interna, in einer Ebene mit den Blutgefässcapillaren, zahlreiche Ganglienzellen, welche bei vorsichtiger Behandlung, ohne sich durch Gerinnung zu trüben, unter dem Deckgläschen bei allmählich zunehmendem Druck mit ihren Fortsätzen immer deutlicher werden und sich zur Beobachtung mit den stärksten Vergrösserungen eignen. Solche so zu sagen noch lebendige Ganglienzellen (Fig. 3 *A*) sind von ausserordentlicher Durchsichtigkeit, da sie in ihrer Zellsubstanz nur sehr kleine Körnchen enthalten, vielmehr wesentlich aus einer fast hyalinen Masse bestehen, in welcher der vollkommen hyaline Kern mit dem glänzenden, häufig fein zackigen Kernkörperchen eingebettet liegt. Ganz verschieden, weil grobkörnig und fast undurchsichtig sind die bereits abgestorbenen, durch Gerinnung veränderten Ganglienzellen, welche an solchen Präparaten an den Schnitträndern, oder wo sonst Verletzungen stattgefunden haben, immer ebenfalls zu finden sind. Eine nähere Untersuchung ersterer mit starken Vergrösserungen lehrt, dass die feinen Körnchen der Zellsubstanz zum Theil in Reihen liegen und in parallelen Zügen gruppirt sind, während die nicht körnige Zellsubstanz in feine Faserzüge differenzirt erscheint. Das Verhältniss ist ganz ähnlich demjenigen, wie ich es zuerst von den Ganglienzellen des Hirns und Rückenmarkes beschrieben habe. [2]) Die Zellsubstanz ist wahrscheinlich fibrillär und enthält nebenbei eine interfibrilläre körnige Substanz, aber die Durchsichtigkeit der Zellen der Retina im Leben ist so gross und die Fibrillen sind so fein, dass das Bild an Klarheit hinter dem zurücksteht, welches z. B. die Zellen des Rückenmarkes liefern. Die Fibrillen zunächst um den Kern besitzen eine annähernd concentrische Anordnung, an der Peripherie gehen sie dagegen in die von den Ganglienzellen entspringenden Fortsätze über. Solche Fortsätze lassen sich an frischen Präparaten oft zu mehreren und von ansehnlicher Dicke, mit nachträglichen Verästelungen verfolgen. Verläuft ein Fortsatz unverästelt und gestreckt, so ist er von den Opticusfasern in der Lichtbrechung und feineren Bildung nicht zu unterscheiden, da letztere, wie oben erwähnt, die fibrilläre Structur ebenfalls be-

---

1) Corti, Z. f. w. Z. Bd. V. 1854. p. 90. Taf. V.
2) Dieses Handbuch, p. 130.

sitzen. Mit Hülfe von Reagentien lässt sich diese äusserst zarte, faserige Structur der Ganglienzellensubstanz nicht deutlicher machen, vielmehr schwindet sie mit dem Auftreten körniger Gerinnungen. Selbst Jodserum und Osmiumsäure sind der Durchsichtigkeit der Zellen verderblich.

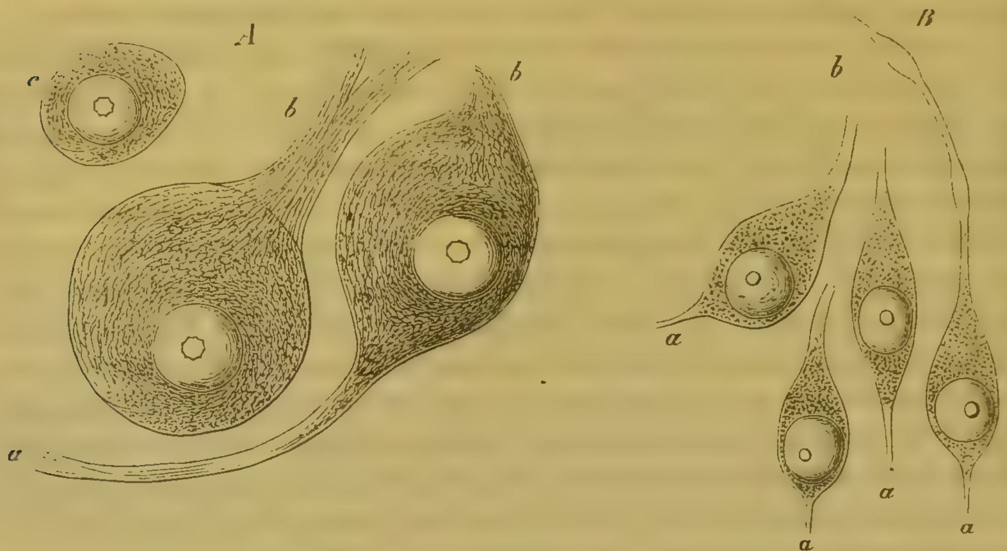


Fig. 346. *A*. Ganglienzellen aus der frischen Netzhaut des Rindes aus der Nähe der Ora serrata in situ; *a* Nervenfaserfortsatz in ein Bündel von Opticusfasern übertretend, *bb* Fortsätze, welche sich in der granulirten Schicht verlieren; *c* kleine Ganglienzelle, wie solche sehr zahlreich neben den grossen vorkommen. *B*. Ganglienzellen des gelben Fleckes vom Menschen; *a* centrale, *b* peripherische Fortsätze derselben. Vergr. 500.

Natürlich sind Flächenansichten überlebender Netzhäute nicht geeignet, über die Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen ein sicheres Urtheil zu gewinnen. An vielen Zellen bemerkt man gar keine Fortsätze, weil erstere gedrängt an einander oder von Fasern der Opticusschichten bedeckt liegen. Isolirungen und Schnittpräparate, soweit dieselben bisher zum Studium der Ganglienzellen benutzt worden sind, haben ergeben, dass die Zahl der Fortsätze der Ganglienzellen wie in den Centralorganen vielfach variirt. Zellen mit vielen Fortsätzen sind mit Vorliebe abgebildet worden, es kommen aber auch viele Zellen mit nur zwei Fortsätzen vor, wie am gelben Fleck (Fig. 346 *B*). Auch unipolare sind beschrieben worden.

Corti hat schon 1850 die Gleichheit des Aussehens einzelner der Ganglienzellenfortsätze mit Fasern der Opticusschicht betont[1]) und namentlich auf Grund der in gleicher Weise beiden zukommenden oben geschilderten spindelförmigen Varicositäten auf einen directen Uebergang von Opticusfasern in Ganglienzellen geschlossen. Die Uebereinstimmung im Verhalten einzelner Ganglienzellenausläufer und der Nervenfasern der Netzhaut ist dann von

1) Müller's Archiv 1850. p. 273, Taf. VI.

Remak, Hannover, H. Müller, Kölliker und vielen Anderen hervorgehoben worden. Die Zellen liegen der Schicht der Nervenfasern unmittelbar an, zum Theil zwischen die Bündel der letzteren eingelagert, einzelne auf längere Strecken verfolgbare Zellenausläufer stimmen in allen controlirbaren Beziehungen mit den Fasern der Opticusschicht überein: unter diesen Umständen ist an dem directen Uebergang der Fasern in die Zellen nicht zu zweifeln. Eine andere Frage ist die, ob alle Opticusfasern, bevor sie in die äusseren Schichten der Netzhaut gelangen, mit Ganglienzellen in Verbindung treten. Es wäre möglich, dass ein Theil der Verschiedenheiten in der Function der Opticusfasern, welche der Physiologe anzunehmen genöthigt ist, Hand in Hand ginge mit vorhandener oder mangelnder Verbindung der Fasern mit Ganglienzellen. Hierüber ist eine Entscheidung zur Zeit nicht zu geben.

Nach einer von Manz angegebenen Methode [1]) lässt sich an Alkoholpräparaten die Opticusschicht der Retina des Frosches so abheben, dass ihr die Ganglienzellen folgen, [2]) wobei der Zusammenhang der letzteren mit den Opticusfasern auf das deutlichste zur Beobachtung gelangen soll. Die Zellen erscheinen dann meist unipolar. Manz nimmt jedoch an, dass die auf andere Weise an diesen Zellen nachweisbaren mehrfachen, wahrscheinlich peripherisch verlaufenden Fortsätze bei jener Behandlungsweise abgerissen seien. So wissen wir denn von denjenigen Ausläufern der Ganglienzellen der Retina, welche nicht in der Opticusschicht verschwinden, nur, dass ein Theil die Richtung gegen die granulirte Schicht annimmt. Anastomosen der Zellen unter einander vermittelt durch dickere Zellenausläufer hat z. B. Corti vom Elephanten abgebildet. Es steht dahin, ob solche später nicht wieder beobachtete Verbindungen zu den regelmässigen Vorkommnissen zu rechnen sind.

Wie bei der Opticusschicht bilden auch zwischen den Ganglienzellen die radiären Stützfasern ein Gerüst, wie es weiter unten beschrieben ist.

Durchschneidung des N. opticus bei Thieren hat nach W. Krause eine fettige Entartung der Ganglienzellen zur Folge. [3]) An Augen Erblindeter, an denen die anatomische Untersuchung einen Schwund der Nervenfasern der Opticusschicht nachwies, hat sich gewöhnlich auch eine Atrophie oder ein vollständiges Fehlen der Ganglienzellen herausgestellt, so namentlich in Folge der Vermehrung des intraocularen Druckes bei Glaukom.

Die innere granulirte (moleculäre) Schicht der Retina verdankt ihr Aussehen einer Mischung des von den später zu beschreibenden radiären Stützfasern ausgehenden sehr fein geflochtenen Netzwerkes der spongiösen

---

1) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII. 1866, p. 231.

2) H. Müller, Zeitschr. f. w. Z. Bd. VIII, p. 21 sagt schon von der Retina der Fische: »Wenn man die Nervenfaserschicht von den Innenflächen der Retina mit der Pincette abzieht, folgt leicht ein Theil der Zellen mit.«

3) Membr. fenestr. p. 38.

Bindesubstanz mit verschwindend dünnen Nervenfäserchen. Die letzteren stellen, wie Pacini[1]) und Remak[2]) zuerst hervorgehoben haben, einen wesentlichen Bestandtheil dieser Schicht dar. Dieselben lassen sich an passend macerirten Netzhäuten auf kurze Strecken als ausserordentlich feine, mit deutlichen spindelförmigen Varicositäten versehene, sonst glatte Fasern isoliren und verlaufen vielfach geschlungen. Deutlicher zu verfolgen sind die dickeren und verästelten Ganglienzellenausläufer, welche in diese Schicht hineinragen oder derselben von ihrem ersten Ursprunge aus der Zelle an schon angehören. Doch ist über deren endliches Schicksal nur wenig bekannt. Während ein Theil derselben in unmessbar feine Fibrillen übergeht, welche erst nach mancherlei Umwegen die äusseren Schichten der Netzhaut erreichen dürften, scheint ein anderer Theil, zumal am gelben Fleck, in Form dickerer Fasern in die innere Körnerschicht zu gelangen. Derartige Angaben liegen unter Andern von H. Müller[3]) und Kölliker,[4]) Gerlach,[5]) Manz[6]) und Merkel[7]) vor. Wegen der minder resistenten Bindesubstanz scheint der gelbe Fleck die geeignetste Stelle der menschlichen Netzhaut zu sein, das Schicksal der in der granulirten Schicht verlaufenden Nervenfasern zu verfolgen. Da aber hier die Ganglienzellen fast alle bipolar sind, an anderen Stellen dagegen multipolar, so fragt es sich, ob nicht grosse Verschiedenheiten auch im Verlauf der Ausläufer vorkommen. Im Allgemeinen herrschen über die Natur dieser granulirten Schicht dieselben Meinungsverschiedenheiten wie über die der grauen granulirten Substanz der Hirnrinde.[8]) Namentlich ist zweifelhaft, ob hier neben den feinen und feinsten Nervenfasern und den Fasern und Netzen der Bindesubstanz noch eine gewisse Menge feiner Körnchen unbekannter Natur vorhanden sei, wie es den Anschein hat, oder ob Nervenfibrillen und spongiöse Bindesubstanz in ihrer eigenthümlichen Anordnung ausreichen, das feinkörnige Ansehen zu erzeugen.

Bezüglich des Verlaufes und endlichen Schicksales der Ausläufer der Ganglienzellen und feinen Nervenfasern dieser Schicht müssen wir die Unmöglichkeit eingestehen auf Grund der vorliegenden Untersuchungen, den gelben Fleck vielleicht ausgenommen, irgend etwas Bestimmtes auszusagen. Die innere granulirte Schicht unterbricht unsere Kenntniss des Verlaufes der Nervenfasern, welche sich in den äusseren Schichten der Netzhaut wiederfinden. Die Dicke der inneren granulirten Schicht beim Menschen schwankt nach H. Müller zwischen 0,03—0,04 Mill.

---

1) Nuove ricerche sulla tessitura intima della retina. Bologna 1844.
2) Medicinische Centralzeitung 1854. No. 1.
3) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 61.
4) Icones physiolog. Taf. XIX, Fig. 12 λ.
5) Gewebelehre, 2. Aufl. p. 498, Fig. 220.
6) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXVIII, p. 237.
7) Macula lutea, p. 11, Fig. 9.
8) Vergl. unter Andern H. Müller, Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 115. Henle und Merkel. Z. f. rat. Med. Bd. XXXIV, 1869, p. 49.

Eine noch nicht hinreichend erklärte Ursache haben die auf Querschnitten der Netzhaut bei vielen Thieren in der granulirten Schicht sichtbaren dunkleren Streifen, welche der Oberfläche parallel laufen und auf eine mit den Augenhäuten concentrische Schichtung der granulirten Substanz deuten. G. Wagener giebt an, 8 solcher Schichten gezählt zu haben.[1] Einen Antheil an dieser Bildung hat jedenfalls das spongiöse Bindegewebe, welches an den dunkleren Bändern engere Maschen bildet, wie meine Untersuchungen an der Netzhaut der Rochen ergeben haben.[2]

Die Schicht der inneren Körner, welche der granulirten nach aussen folgt, enthält, wie schon Vintschgau[3] und H. Müller bekannt war, zwei verschiedene Arten von zelligen Elementen, welche mit zwei verschiedenen Arten von Fasern wesentlich radiären Verlaufes in Verbindung stehen. Neben den radiären Stützfasern, welche in dieser Schicht einen bedeutenden Raum einnehmen und durch zahlreiche Brücken und intercalirte Netze unter einander zusammen hängen, kommen zahlreiche, ebenfalls radiäre Nervenfasern vor, deren Verlauf nur in einigen wenigen Fällen von dem der Stützfasern abweichend schief zur Oberfläche der Netzhaut gerichtet ist.[4] Dieselben besitzen durchaus das Ansehen und die Vergänglichkeit der Fasern der Opticusschicht und sind durch ihre spindelförmigen Varicositäten und glatte Oberfläche im Gegensatz zu den rauhen, feinzackigen Stützfasern kenntlich. In beide Arten von Fasern sind kernhaltige Stellen eingebettet, und diese stellen die sogenannten inneren Körner dar. Die der Stützfasern, welche an Zahl gegen die anderen sehr zurücktreten, werden weiter unten ihre Beschreibung finden, diejenigen, welche sich in den Verlauf der nervösen Radialfasern einschalten und bei der grossen Menge dieser letzteren mehrere über einander geschichtete Lagen bilden müssen, sind kleinen bipolaren Ganglienzellen vergleichbar. Aber die Menge ihrer sehr fein granulirten Zellsubstanz ist gering, der Kern also relativ grösser als bei den eigentlichen Ganglienzellen, das Kernkörperchen tritt deutlich sichtbar in dem homogenen Kern hervor, ist aber wieder im Verhältniss kleiner als bei den echten Ganglienzellen. Von den beiden Fortsätzen, welche die inneren Körner besitzen, und welche die nervösen Radialfasern darstellen, pflegt der peripherisch gerichtete, wie Merkel[5] von der Gegend der Macula lutea beschreibt, dicker zu sein, als der centrale. Auch bei Thieren scheinen meist nur zwei Fortsätze an den inneren Körnern vorzukommen,[6] aber eine gute Isolirung derselben gehört zu den selteneren Zufällen, so dass wir von einer genaueren Kenntniss der nervösen inneren

---

1) Sitzungsber. der Marburger naturf. Ges. Juli 1868, No. 5, p. 47.

2) De ret. str. pen. Fig. 5.

3) Ricerche sulla strutura micr. d. Retina dell' uomo, degli animali vertebrati e d. Cephalopodi. Sitzungsber. der Wiener Acad. d. Wissensch. Bd. XI, 1853, Fig. 1, 5, 6, 9.

4) Bei Falco buteo. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 262 und nach Hulke am gelben Fleck des Menschen. Phil. trans. 1868. p. 112.

5) l. c. p. 11.

6) M. Schultze, A. f. m. A. Taf. XIV, Fig. 9 *b* von der Katze. Hasse l. c. p. 257.

Körner und ihrer Fortsätze in verschiedenen Gegenden der Netzhaut des Menschen und der Thiere noch weit entfernt sind. Einige Forscher, wie Ritter,[1] haben mehr als zwei Fortsätze beschrieben. Grössenunterschiede der inneren Körner kommen vor. H. Müller giebt an, dass beim Menschen wie bei Wirbelthieren überhaupt die innerste Lage manchmal etwas grössere Körner enthalte. W. Krause unterscheidet neben diesen beiden und den Kernen der Stützfasern noch eine vierte Art innerer Körner,[2] welche die äusserste Lage bilden und in die äussere granulirte Schicht (Membrana fenestrata W. Krause) hineinragen. Diese sollen unipolar und ohne Zusammenhang mit den äusseren Schichten der Netzhaut sein,[3] und die Endorgane der Opticusfasern darstellen.

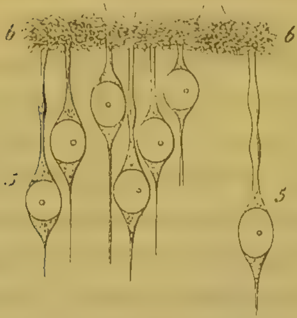


Fig. 347. Innere Körner der Retina des Menschen. Vergr. 800.

Etwas Anderes ist es mit den bei einigen Thieren, namentlich Fischen in die innere Körnerschicht hineinragenden Zellen, welche sich zu der von mir sogenannten gefensterten Zwischenkörnerschicht »stratum intergranulosum fenestratum« verbinden.[4] Wir betrachten dieselbe als eine besondere Entwickelung der Bindesubstanz in der folgenden Schicht.

Die Dicke der inneren Körnerschicht beträgt beim Menschen nach H. Müller 0,03—0,04 Mill., nimmt gegen die Ora serrata, wo höchstens 3 Reihen Körner über einander liegen, bis auf 0,02 Mill. ab, wächst aber am gelben Fleck bis auf 0,06 Mill.

Die Schicht der inneren Körner wird von der der äusseren Körner durch eine Zwischenkörnerschicht geschieden, eine dünne Lage fein netzförmig gestrickter, einzelne Kerne und glatte Zellen einschliessender Substanz, in welcher auch gröbere Faserzüge der Fläche der Retina parallel liegen und schichtenweise abhebbare dünne Platten darstellen können. Beim Menschen und den höheren Wirbelthieren stellt sich diese Schicht auf Querschnitten der Netzhaut als eine fein punctirte, körnige Lage dar, welche in ihrem Aussehen die grösste Aehnlichkeit mit der inneren granulirten Schicht darbietet, wenn sie auch viel dünner ist. Henle gab ihr desshalb den Namen äussere granulirte Schicht, welchen wir, um der Verwechselung mit H. Müller's Zwischenkörnerschicht vorzubeugen, wie bereits oben p. 978 angeführt wurde, adoptiren wollen. Neuerdings hat W. Krause den Namen Membrana fenestrata für dieselbe in Anwendung gebracht.

Die äussere granulirte Schicht besteht in ihrer einfachsten Form, wie sie sich beim Menschen und bei den Säugethieren findet, aus einer dünnen Lage

1) Wallfischauge, p. 37.
2) Membr. fenestr. p. 42.
3) Vergl. W. Krause's Schema l. c. Taf. II, Fig. 21 *gri*.
4) De ret. str. 1859, p. 13.

granulirter Substanz, welche in der ganzen Retina eine ziemlich gleiche Dicke, beim Menschen von etwa 10 Mik. darbietet. In der feingestrickten Grundlage von Bindesubstanz sind eingebettet ausserordentlich feine Fäserchen, welche schief oder der Fläche der Retina parallel und auf längere Strecken unverästelt verlaufen und wegen der an ihnen vorkommenden bekannten feinen spindelförmigen Varicositäten und ihrer übrigens glatten Oberfläche wie die ähnlichen der inneren granulirten Schicht als Nervenfasern anzusehen sind. Diese Fäserchen entwickeln sich zum Theil aus den peripherischen Fortsätzen der inneren Körner, anderen Theiles aus den Stäbchen und Zapfenfasern. Einzelne eingebettete Kerne sind in dieser Schicht allgemein verbreitet, gehören aber wahrscheinlich alle zur Bindesubstanz, welche an dieser Stelle bei verschiedenen Thieren mannigfache Modificationen darbietet, von denen unten näher die Rede sein wird. Von den nervösen Fasern derselben wissen wir nicht mehr als von denen der inneren granulirten Schicht. Die Richtung ihres Verlaufes weicht von der radiären ab, und wenn auch vereinzelten Beobachtungen zufolge direct hindurchtretende Fasern vorkommen sollen [1], scheint die grosse Mehrzahl ein feines in der Ebene der Netzhaut liegendes Flechtwerk darzustellen, so fein und complicirt, wie es nur die graue Substanz der Centralorgane darbietet.

In der äusseren granulirten Schicht wurzeln mit ihren innern Enden die Stäbchen- und Zapfenfasern, welche einen wesentlichen Bestandtheil der äusseren Körnerschicht bilden. Alle sogenannten äusseren Körner stellen kernhaltige Anschwellungen jener Fasern dar. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen selbst schliesst sich nach aussen unmittelbar an die der äusseren Körner an, durch die genannten Fasern mit letzteren in continuirlichem Zusammenhange. Eine scharfe Grenzlinie, welche an Querschnitten der Netzhaut die äusseren Körner von den Stäbchen und Zapfen trennt, ist auf die äussere Grenzmembran zu beziehen.

An den meisten Stellen der menschlichen Netzhaut und fast durchweg bei Thieren ist der Zwischenraum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht nicht grösser, als für die Orientirung der äusseren Körner, je ein Kern für jedes Stäbchen und jeden Zapfen, und die dazu gehörigen Fasern nothwendig ist, die geringe Menge von Bindesubstanz nicht gerechnet, welche ausserdem noch in dieser Schicht vorkommt. In diesem, dem bei weitem häufigsten Falle, stellt die äussere granulirte Schicht eine wahre Zwischenkörnerschicht dar. Im Hintergrunde des Auges, zumal in der Gegend der Macula lutea des Menschen wird aber der Zwischenraum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht viel ansehnlicher. Statt dass nun aber die äusseren Körner aus einander rücken, beharren sie in ihrer Lage zur Limitans externa, dicht gedrängt eine mehrfache Schicht bildend, und es entsteht nach innen ein körnerloser, freier Raum, welcher wesentlich von den

---

1) Hasse, Z. f. rat. Med. Bd. XXIX, p. 255.

der äusseren granulirten Schicht zustrebenden Stäbchen- und Zapfenfasern eingenommen ist. Insofern der ganze Raum zwischen Limitans externa und äusserer granulirter Schicht »äussere Körnerschicht« genannt wird, entsteht hier eine körnerlose, innere Abtheilung der äusseren Körnerschicht, welche Henle die äussere Faserschicht genannt hat. Hierbei ist nur zu bemerken, dass Stäbchen- und Zapfenfasern überall in der äusseren Körnerschicht existiren, also auch da, wo der Name eine besondere Schicht derselben als äussere Faserschicht nicht unterscheidet.

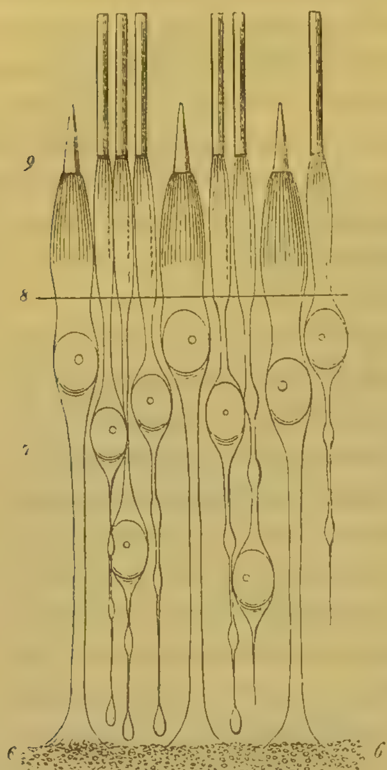


Fig. 348. Vom Hintergrunde der menschlichen Netzhaut. 6 äussere granulirte Schicht; 7 äussere Körnerschicht; 8 Limitans externa; 9 Stäbchen und Zapfen, deren Aussenglieder von den Innencylindern scharf abgesetzt sind. Vergr. 800. Die Stützfasern der Bindesubstanz sind aus der Zeichnung fortgelassen.

Wie beistehende Figur zeigt, sind die Zapfenfasern dicker als die Stäbchenfasern. Beide sind blass, von glatter Oberfläche, und namentlich die dünnen Stäbchenfasern sehr vergänglich. Ihr Schwinden in dünnen Lösungen von Chromsäure oder Ueberosmiumsäure geht mit vorherigem Auftreten von Varicositäten Hand in Hand, welche, je dünner die Lösung, um so grösser werden und endlich unter allgemeinem Aufquellen zum Schwund der Faser führen. Diese Erscheinungen stimmen vollständig überein mit denjenigen, welche wir an den Nervenfasern der Netzhaut beobachten. Auch die dickeren und etwas resistenteren Zapfenfasern gehen gleiche Metamorphosen ein, wie die Stäbchenfasern. Dies lässt sich um so deutlicher beobachten, je länger die Zapfenfasern sind, also am besten an der Macula lutea. Mässig erhärtet stellen sie blasse, auf der Oberfläche durchaus glatte, im Verlaufe nie verästelte oder anastomosirende oder in spongiöse Netze übergehende Fasern dar und unterscheiden sich dadurch scharf von den radialen Stützfasern und der auch sie einhüllenden Bindesubstanz. In Flüssigkeiten, welche starke Varicositäten der Opticusfasern erzeugen, treten meistens ebenfalls deutliche Varicositäten an den Zapfenfasern auf, welche zu endlicher Quellung und Auflösung der ganzen Faser führen (Fig. 349). Endlich gleichen sie auch darin vollständig den dickeren Fasern der Opticusschicht, dass sie bei starken Vergrösserungen das Ansehen einer feinen Längsstrichelung und demgemäss eine Andeutung der Zusammensetzung aus feinen Fibrillen besitzen, wie wir sie für alle dickeren Axencylinder für charakteristisch halten (Fig. 350).

An der äusseren granulirten Schicht gehen die Zapfenfasern ein eigen-

thümliches Verhalten ein. Eine jede erhält an der äusseren Grenze der genannten Schicht eine kegelförmige, dreieckig aussehende Anschwellung (Fig. 348, 6 6), über welche hinaus die Faser als Ganzes nicht weiter verfolgt werden kann. [1])



Fig. 349. Zapfen und Zapfenfaser, letztere mit Varicositäten versehen, vom Umkreis des gelben Fleckes der menschlichen Netzhaut. Vergr. 500.

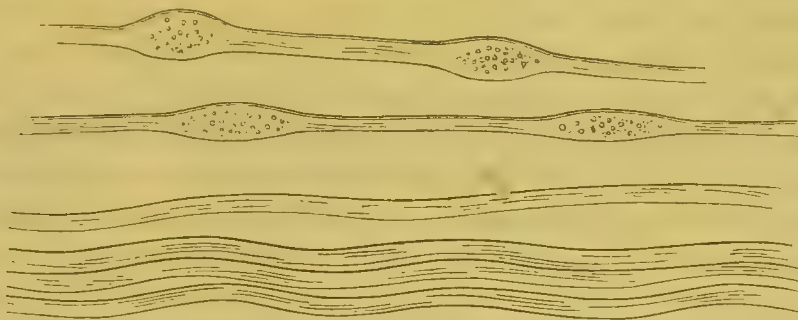


Fig. 350. Zapfenfasern mit und ohne Varicositäten aus der inneren Abtheilung der äusseren Körnerschicht der Macula lutea des Menschen. Vergr. 1000.

Dieselbe liegt eingebettet in der Substanz der äusseren granulirten Schicht, in welcher sie festgehalten wird, so dass es den Anschein gewährt, als gingen beide in einander über. An isolirten Zapfenfaserkegeln hängen zudem meist Fetzen der granulirten Substanz fest an und vervollständigen das Bild der Continuität. In der That löst sich der gedachte Kegel hier in feine Fäserchen auf, aber dieselben sind verschieden von denen des Netzwerkes. An glücklich gelungenen Macerationspräparaten in Jodserum von der menschlichen Netzhaut sehe ich die kegelförmige Anschwellung in einen Büschel zahlreicher, äusserst feiner Fibrillen zerfallen, welche sich nicht netzförmig unter einander verbinden. [2]) Vergleicht man mit diesem Bilde das des gleichfalls in Jodserum erhärteten und isolirten Netzwerkes der äusseren granulirten Schicht, so fällt der Unterschied beider Faserarten deutlich auf. Dieser wird weiterhin befestigt einmal durch den leicht zu führenden Nachweis des continuirlichen Zusammenhanges des Netzwerkes mit den radiären Stützfasern, anderen Falles durch die mannigfachen Verschiedenheiten im Aussehen zwischen letzteren und den Zapfenfasern, namentlich durch die Neigung zur Varicositätenbildung, welche letztere auszeichnet und den Nervenfasern an die Seite stellt, dagegen den radiären Stützfasern ganz fehlt, deren eigenthümlich rauhe Oberfläche wiederum für sie charakteristisch ist. Bei dieser Sachlage kann das Verhalten

1) H. Müller, Z. f. w. Z. Bd. VIII. Taf. I, Fig. 1 und 3. Henle, Eingeweidelehre, p. 650. M. Schultze, Archiv f. m. A. Bd. II. Taf. X und XI.

2) Hasse (Z. f. rat. Med. Bd. XXIX, p. 252) glaubte, dass dieser Fibrillen immer nur drei aus einem Kegel hervorgehen, während Merkel (l. c. p. 7), wenigstens für die Macula lutea, eine Zweitheilung für das Normale hält.

der Zapfenfaserkegel zu der äusseren granulirten Schicht nicht, wie W. Krause annimmt,[1]) einen Gegenbeweis gegen die nervöse Natur der Zapfenfasern abgeben.

Was nun die Stäbchenfasern betrifft, so sind auch diese nur bis an oder in die äussere granulirte Schicht zu verfolgen. Unsere Erfahrungen über die Art der Endigung sind aber noch unvollständiger als die über die Zapfenfasern. Die grosse Feinheit und Vergänglichkeit zumal der inneren Hälfte der Stäbchenfasern bei Säugethieren und Mensch lässt nur ausnahmsweise eine Erhaltung derselben in ihrer ganzen Länge bis zur äusseren granulirten Schicht zu. Sehr oft und namentlich dann, wenn im Verlaufe der Stäbchenfaser viele und ansehnliche Varicositäten aufgetreten sind, schliesst dieselbe dicht über der äusseren granulirten Schicht mit einer grösseren keulenförmigen Anschwellung ab.[2]) Es macht dieselbe den Eindruck einer Wiederholung des Zapfenfaserkegels im Kleinen, ohne dass ich jedoch einen Zerfall der Stäbchenfaser in feinere Fibrillen, wie dies für den Zapfenfaserkegel charakteristisch ist, hätte wahrnehmen können. Aber bei Fischen[3]) und mehr noch bei Vögeln und Amphibien[4]) bleibt hierüber kein Zweifel. Bei diesen zuletzt genannten Thieren ist die äussere Körnerschicht meist nur aus zwei Lagen von Körnern gebildet, welche durch nur sehr kurze Fasern mit der äusseren granulirten Schicht in Verbindung stehen. Stäbchen- und Zapfenkörner und die dazu gehörenden Fasern sind hier wenig unterschieden und lösen sich in gleicher Weise an der äusseren granulirten Schicht in feine Fasern auf. Bei Fischen, wo der Unterschied in der Dicke der längeren Stäbchen- und Zapfenfasern wieder sehr deutlich hervortritt, ist doch die kegelförmige Anschwellung auch an den Stäbchenfasern derjenigen der Zapfen sehr ähnlich. Kurz, es spricht Alles dafür, dass zwischen Stäbchen- und Zapfenfasern ein anderer wesentlicher Unterschied als in der Dicke nicht besteht, und dass auch die Stäbchenfaser wahrscheinlich immer an der äusseren granulirten Schicht in eine Anzahl Fibrillen zerfällt, dass also auch sie wie die Zapfenfaser ein Fibrillenbündel darstellt. Bei Säugethieren und beim Menschen ist die Stäbchenfaser zwar sehr fein, übertrifft aber immer noch die Dicke der feinsten Opticusfibrillen um ein Mehrfaches, zumal der äussere peripherische, der Limitans externa zugewandte Theil, welcher den inneren, centralen, vom äusseren Korn der äusseren granulirten Schicht zustrebenden Theil an Dicke stets erheblich überragt.

Stäbchen- wie Zapfenfasern stehen eine jede mit einem sogenannten »äusseren Korn« in Verbindung, d. h. jede dieser Fasern besitzt an irgend einer Stelle ihres Verlaufes eine Anschwellung, in welcher ein Kern eingebettet liegt, und diese Stelle wird Stäbchen- oder Zapfenkorn genannt (vergl. Fig. 347).

---

1) Membr. fenestr.
2) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. X, Fig. 1. Hasse, l. c. p. 248.
3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 8 und 9.
4) Ebenda, Fig. 18 und 19.

Sind die betreffenden Fasern Nervenfasern, so sind also die Körner kleinen bipolaren Nerven- oder Ganglienzellen vergleichbar. Die Menge der Zellsubstanz ist aber sehr gering, doch etwas reichlicher bei den stets grösseren Körnern der Zapfen, als bei denen der Stäbchen. Der Kern füllt das Korn fast ganz aus, ist hyalin und enthält ein glänzendes Kernkörperchen, grösser im Korn der Zapfen als in dem der Stäbchen. Die Stäbchenkörner sind, mit Ausnahme des gelben Fleckes, viel zahlreicher als die der Zapfen, und in mehrere Schichten über einander gelagert, bis zur Berührung einander genähert. Die Zapfenkörner liegen dicht unter der Membrana limitans externa, wenn nicht, wie in der Macula lutea die Zapfen so gehäuft stehen, dass die zu ihnen gehörigen Körner sich in mehrere Lagen über einander schichten müssen.[1] So kommt es, dass die Zapfenfasern für gewöhnlich nicht eigentlich durch das Zapfenkorn unterbrochen werden, sondern erst aus diesem entspringen. Denn an das Zapfenkorn nach aussen schliesst sich meistens gleich der Zapfen selbst an, während bei den Stäbchenkörnern, da sie nicht unmittelbar unter der Limitans externa liegen, die Verbindung mit den Stäbchen nach aussen hin durch einen Theil der Stäbchenfaser vermittelt wird, von gleicher Beschaffenheit, nur etwas dicker, wie der Theil, welcher der äusseren granulirten Schicht zustrebt. Diese letztere innere Abtheilung der Stäbchenfaser wird selbstverständlich bis auf ein Minimum verkürzt bei gleichzeitiger Verlängerung des äusseren Theiles bei denjenigen Stäbchenkörnern, welche sich der äusseren granulirten Schicht dicht anschliessen.

Die Stäbchen- und Zapfenkörner sind im Leben vollkommen durchsichtig, die Unterschiede der Lichtbrechung zwischen Zellsubstanz, Kern und Kernkörperchen sind verschwindend gering, körnige Trübungen werden in ihnen erst nach dem Tode sichtbar in Folge selbständiger Gerinnung oder unter dem Einfluss von Reagentien. Ebenso scheint das von Henle[2] beschriebene Auftreten von Querstreifen oder Bändern in den Stäbchenkörnern, welches bei Mensch und Säugethieren früher oder später nach dem Tode bemerkt werden kann und durch verdünnte Säuren am deutlichsten hervorzurufen ist,[3] eine Leichenerscheinung zu sein, beruhend auf einer Theilung des Kernes oder des Kerninhaltes.[4]

Sind die äusseren Körner eine eigenthümliche Form von Nervenzellen, eingeschaltet in den Verlauf der nervösen Stäbchen- und Zapfenfasern, so

1) Ausnahmsweise wird auch an mehr peripherischen Stellen der Netzhaut der Weg vom Zapfen zum Zapfenkorn länger. Dies peripherische Stück Zapfenfaser ist dann immer dicker als das centrale, der granulirten Schicht zustrebende. Vergl. unten Fig. 355.

2) Göttinger Nachrichten, Mai und November 1864, Nr. 7.

3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 219; nach W. Krause, Membr. fen. p. 32 auch an den Zapfenkörnern zu beobachten.

4) W. Krause, Anat. d. Kaninchens, p. 129. Vergl. über die noch unaufgeklärte Erscheinung der Querstreifen auch Ritter im Graefe's Archiv. Bd. XI, Abth. 1, p. 89. G. Wagener (Sitzungsber. d. naturwissensch. Ges. zu Marburg, 1868, No. 5) bemerkt von der Querstreifung, dass sich dieselbe an frischen Präparaten bei Anwendung starker Vergrösserungen weniger scharf abgegrenzt zeige, als bei schwächerer Vergrösserung.

werden nunmehr die Stäbchen und Zapfen selbst zu den nervösen Endorganen des Sehnerven. Der anatomische Zusammenhang ist in soweit ein vollkommen klarer, als über der Membrana limitans externa aus jedem Zapfenkorn unmittelbar ein flaschenförmiger Zapfen, aus jeder Stäbchenfaser unter Verbreiterung derselben, oder wenn das Stäbchenkorn unmittelbar unter der Limitans externa liegt, direct aus diesem ein Stäbchen hervorgeht. Die Schicht der Stäbchen und Zapfen bedeckt gleich einem Wald dichtstehender Pallisaden die äussere Fläche der äusseren Körnerschicht und schliesst die Retina als Nervenhaut ab. In ihnen wird die Umwandlung von Lichtbewegung in Nervenbewegung stattfinden müssen, welche dem Sehacte in letzter Instanz zu Grunde liegt.

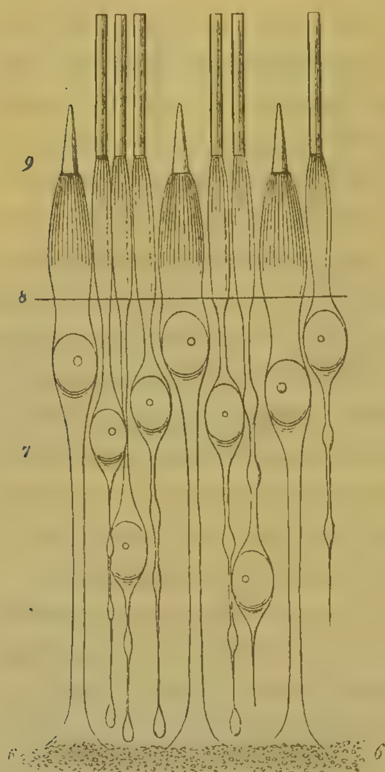


Fig. 351. Vom Hintergrunde der menschlichen Netzhaut. 6 äussere granulirte Schicht; 7 äussere Körnerschicht; 8 Limitans externa, 9 Stäbchen und Zapfen, deren Aussenglieder von den Innengliedern scharf abgesetzt sind. Vergr. 800. Die Stützfasern aus Bindesubstanz sind aus der Zeichnung fortgelassen.

Die Stäbchen sind cylindrisch, beim Menschen im Hintergrunde des Auges 50 bis 60 Mik. lang und 2 Mik. dick, nach vorn gegen die Ora serrata hin etwas kürzer bei gleicher Dicke. Dieselben stehen dicht neben einander, so dass nicht viel mehr Zwischenraum zwischen ihnen bleibt, als durch die cylindrische Form bedingt ist. Aber in regelmässigen Abständen, welche sich nur an der Macula lutea und der Ora serrata ändern, befinden sich beim Menschen zwischen den Stäbchen die flaschenförmigen Zapfen. Die Entfernung der letzteren von einander beträgt im Durchschnitt 8—10 Mik., welche von 3 bis 4 Stäbchen in gerader Linie zwischen zwei Zapfen eingenommen ist. Die Dicke der Zapfen, die der Macula lutea ausgenommen, beträgt an der Basis durchschnittlich 6 bis 7 Mik. Nach aussen verschmälern sich dieselben nach Art einer Weinflasche, nicht selten oberhalb der Basis zunächst ein wenig verdickt, und gehen in eine conische Spitze über, deren Ende vor das Ende der Stäbchen fällt, so dass die Zapfen kürzer als die nebenliegenden Stäbchen sind. Wie die Stäbchen verkürzen sich auch die Zapfen nach der Ora serrata hin, und nehmen dabei an Dicke eher zu als ab.

An beiderlei Gebilden sind zwei wesentlich verschiedene Abtheilungen zu unterscheiden, welche W. Krause[1]) Aussenglied und Innenglied genannt

---

1) Göttinger Nachrichten, 1861, No. 2. Zeitschr. f. rat. Med. 1861. Bd. XI, p. 175.

hat. Der Unterschied ist am auffallendsten und am längsten bekannt bei den Zapfen, an denen die durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen ausgezeichnete conische Spitze bereits von H. Müller mit dem besonderen Namen des Zapfenstäbchens belegt wurde. An den Stäbchen ist das Verhältniss analog, nur dass das Aussenglied nicht conisch, sondern meist regelmässig cylindrisch [1]) gestaltet ist. Die Grenze zwischen Aussen- und Innenglied fällt bei den Stäbchen des Menschen im Hintergrunde des Auges ungefähr in die Mitte der Länge. Ich maass hier für jede der beiden Abtheilungen eine Länge von 25 bis 27 Mik. Die Grenzlinie zwischen Aussen- und Innenglied neben einander liegender Stäbchen fällt meist in dieselbe Ebene. Für die Zapfen ist diese Grenzebene aber eine andere, sie fällt beim Menschen wie bei Säugethieren durchweg weiter nach vorn. Das Innenglied der Zapfen (der Zapfenkörper) ist also immer kürzer als das der nebenanliegenden Stäbchen, und zwar beträgt der Unterschied in der Länge zwischen Stäbchen- und Zapfeninnenglied im Hintergrunde des menschlichen Auges durchschnittlich 6 Mik. Bei der grossen Schwierigkeit, die Aussenglieder der Zapfen frisch unverändert zu Gesichte zu bekommen und ohne Zersetzungen zu conserviren, ist es nicht leicht, die Länge derselben zu bestimmen. Es scheint aber die Regel, dass, wo überhaupt Zapfen und Stäbchen gemischt vorkommen, auch die Aussenglieder der Zapfen immer kürzer als die der Stäbchen sind. Beim Menschen maass ich an möglichst gut erhaltenen Zapfen des Augenhintergrundes 12 Mik. für die Länge des conischen Aussengliedes, was ungefähr die Hälfte der Länge der entsprechenden Theile der benachbarten Stäbchen beträgt. Bei Thieren kommen in dieser Beziehung grosse Verschiedenheiten vor. So ist z. B. beim Schwein, dessen Netzhaut ausserordentlich reich an Zapfen ist, die geringe Länge der letzteren im Vergleich zu der der Stäbchen sehr auffallend. Es kommen Stellen vor, an denen die Zapfen mit ihren Aussengliedern kaum die Grenzlinie der Innen- und Aussenglieder der Stäbchen erreichen. (Siehe beistehende Figur.)

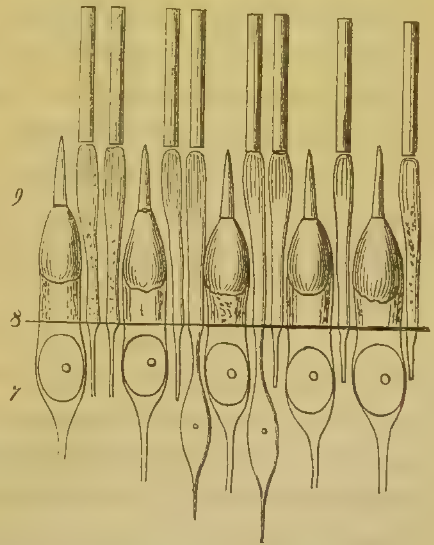


Fig. 352. Zapfen und Stäbchen (9) Limitans externa (8) und Theil der äusseren Körnerschicht (7) vom Hintergrunde der Netzhaut des Schweines. Die sehr dicht stehenden Zapfen enthalten in ihrem Innengliede einen glänzenden Körper von unbekannter Bedeutung. Vergr. 800.

Die Verschiedenheit beider Abtheilungen der Zapfen und Stäbchen in der Art ihrer

1) Nur bei den Amphibien (Frosch, Tritonen, Axolotl) nimmt der Durchmesser auch der Stäbchen-Aussenglieder nach dem äusseren Ende ein wenig ab. Dies ist namentlich bei jungen Thieren sehr auffallend (A. f. m. A. Bd. III, Taf. XIII, Fig. 14) und kann unter Umständen die Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen unmöglich machen.

Lichtbrechung tritt bereits im absolut frischen Zustande hervor, wird aber mit den auch bei der schonendsten Behandlung unvermeidlich sehr schnell nach dem Tode sich einstellenden Leichenveränderungen deutlicher. Diese bestehen zum Theil darin, dass in der ursprünglich homogenen Substanz des das Licht etwas schwächer brechenden Innengliedes feinkörnige Trübungen auftreten, während das Aussenglied stark glänzend und homogen verbleibt. Hierdurch markirt sich die Grenzlinie beider Abtheilungen schärfer. Während die Stäbchen in indifferenten Flüssigkeiten eine Zeit lang ohne weitere Veränderungen conservirt werden können, tritt bei den Zapfen gewöhnlich sehr bald eine grobkörnige Gerinnung der Innenglieder ein, wodurch dieselben ihre Durchsichtigkeit mehr und mehr verlieren, die Aussenglieder aber werden bald ganz unkenntlich. In diesen tritt fast unvermeidlich sofort nach Anfertigung des frischen Präparates eine derartige Umwandlung ein, dass unter Verbiegungen und Krümmungen des ganzes Gebildes eine Trennung in Plättchen erfolgt, die, noch eine Zeit lang zusammenhängend, demnächst unter Quellung sich isoliren und endlich zu Grunde gehen.

Dem gleichen Schicksale unterliegen, wenn auch langsamer, auch die Aussenglieder der Stäbchen. Die längst bekannten eigenthümlichen Veränderungen, welche dieselben in serösen Flüssigkeiten, namentlich bei Verdünnung derselben mit Wasser eingehen, und welche als eine Art Gerinnungsprocess aufgefasst wurden, beruhen, wie ich gezeigt habe, [1]) auf Quellung, welche anfänglich eine sehr regelmässige Querstreifung deutlich macht, dann oft schnell zum Zerfall in Plättchen führt. Da die Quellung oft ungleich vorrückt, entstehen Verbiegungen, hirtenstabförmige Umbiegungen und mannigfache Gestaltveränderungen der Aussenglieder, deren letztes Resultat das Uebrigbleiben eines kugeligen Gebildes ähnlich gewissen Myelintropfen zu sein pflegt.

Die grossen Stäbchen des Frosches zeigen, in Serum frisch isolirt, immer zum Theil eine sehr feine Querstreifung schon bei centrischer Beleuchtung und 500—800 mal. Vergrösserung. Wo eine solche nicht zu bemerken ist, kann man sie durch Anwendung sehr schief einfallenden Lichtes deutlich sichtbar machen. [2]) Sobald dann eine Quellung in der Substanz der Aussenglieder eintritt, sieht man Ptättchen sich ablösen, bis weiter bei fortgesetzter Veränderung, namentlich unter dem Einfluss mit Wasser verdünnten Serums auch die Plättchensubstanz selbst quillt und die Structur total unkenntlich wird. Ganz das Gleiche ist an den Stäbchen des Menschen und der Säugethiere wahrzunehmen. Aber die stärksten Vergrösserungen und die Anwendung schiefen Lichtes sind hier anfänglich, bevor deutliche Quellung mit Verlängerung des Aussengliedes eintritt, ganz unentbehrlich. Ebenso zeigen Aussenglieder der Stäbchen vom Menschen und von Säugethieren, welche

---

1) A. f. m. A. Bd. III, p. 224.
2) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 380. Anm.

noch warm in 1—2procentige Lösung von Ueberosmiumsäure gebracht wurden und in ihrer Gestalt vollkommen unverändert conservirt sind, bei tausendmaliger Vergrösserung und sehr schiefem parallel mit der Längsaxe einfallendem Licht eine Streifung, welche haarscharf, wie in Kupfer gestochen, an Feinheit der von Nitschia sigmoides, einer als schwieriges Probeobject bekannten Diatomee, ungefähr gleicht. Dies würde einer Entfernung der Linien von 0,3—0,4 Mik. entsprechen. Bei den Zapfen sind die Plättchen etwas dicker. [1])

Ausser dieser für die Aussenglieder durchaus charakteristischen Structur zeigen dieselben im frischen oder gut conservirten Zustande auch eine Längsstreifung. [2]) Dieselbe beruht, wie Hensen zuerst erkannte, auf einer Anzahl paralleler in der Richtung der Längsaxe oder in langgezogener Spirale auf der Oberfläche hinziehender Leisten, welche jedoch mit einer gewissen Differenzirung in der Tiefe zusammenhängen. Da es sich häufig ereignet, dass an in Osmiumsäure conservirten Stäbchen beim Zerzupfen, Reiben und Quetschen der Präparate dickere und dünnere Plättchen abspringen, welche dem Beobachter eine ihrer Scheibenflächen zukehren, so ist es leicht, ein klares Bild des Relief der Oberfläche zu erhalten. An solchen Plättchen bemerkt man, wie Fig. 354 zeigt, ausser der Cannelirung eine Andeutung radiärer Zerklüftung, ausgehend von den Rinnen der Oberfläche. Frische Stäbchen in Serum zeigen hie und da Längsspalten. Die Beschaffenheit der Oberfläche der Scheibchen, welche an zackig gewordene Blutkörperchen erinnert, entsteht nicht durch Schrumpfung. Das Bild des natürlichen Querschnittes der Aussenglieder in frischen Zustande ist ganz das Gleiche. Ich habe gezeigt, dass die bei Amphibien und Fischen wegen ansehnlicher Dicke der Aussenglieder leichter zu beobachtende Längsstreifung auch bei Säugethieren und beim Menschen vorkommt und auch hier wahr-

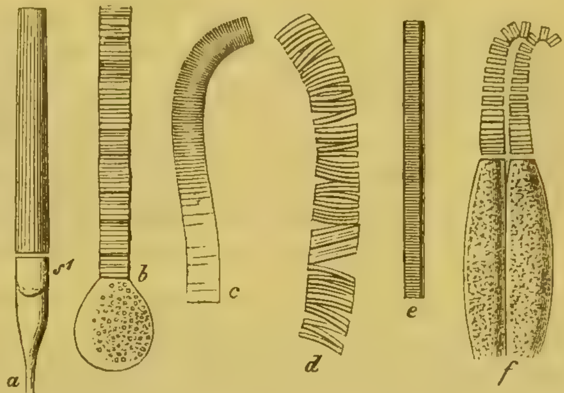


Fig. 353. Aussenglieder von Stäbchen und Zapfen. *a*—*d* Stäbchen vom Frosch, *e* Mensch, *f* Doppelzapfen eines Fisches (Perca). *a* frisch in Verbindung mit dem Innengliede (*s'* der linsenförmige Körper), *b* erstes Stadium der Quellung in Serum, *c* desgleichen in dünner Kalilauge. Vergr. 500. *d* Plättchenzerfall in Serum. Vergr. 1000. *e* bei schiefem Lichte nach 24stündiger Conservirung in starker Ueberosmiumsäure des sofort nach der Enucleation geöffneten menschlichen Auges. Vergr. 1000. *f* in Serum frisch.

---

1) Directe Messungen finden sich bei M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 228, und W. Zenker ebenda p. 259. Bei Anwendung vollkommnerer Linsensysteme erhalte ich jetzt etwas geringere Zahlenwerthe, als die dort angegebenen. W. Krause's Widerspruch findet sich Membr. fenestr. p. 23.

2) Hensen in Virchow's Archiv, Bd. XXXIX, Taf. XII, Fig. 7. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII.

scheinlich auf einer Cannelirung der Oberfläche beruht. In hohem Grade bemerkenswerth ist der Umstand, dass der Querschnitt der dickeren Aussenglieder der Amphibien (Triton) und Fische (Syngnathus) von der Kreisform oft erheblich abweicht und unregelmässig ausgezackt, selbst halbmondförmig werden kann.

Mehrere Forscher haben sich für die Existenz einer im Innern der Aussenglieder der Stäbchen verlaufenden Axenfaser ausgesprochen. Ritter's erste Beschreibung,[1]) wie die bestätigenden Beobachtungen von Manz[2]) und Schiess,[3]) lassen dem Gedanken Raum, dass es sich dabei um ein Gebilde handele, dessen Entstebung der Einwirkung der angewandten conservirenden Flüssigkeiten zuzuschreiben sei. Blickt man aber an einer ganz frischen Säugethier-Netzhaut von oben auf die noch wohl erhaltenen natürlichen Stäbchenenden, so sieht man unter Umständen bei verschiedener Einstellung. einen schwarzen Punkt oder kurzen Strich im Centrum der Stäbchen,[4]) welches Bild auf eine Axenfaser bezogen werden kann. Hensen hält gegen W. Krause's Widerspruch[5]) mit stichhaltigen Gründen fest,[6]) dass es sich um vorgebildete Structurverhältnisse handeln müsse. Eine ganz befriedigende Erklärung dieses Bildes ist bisher nicht gegeben, denn eine Axenfaser im Aussengliede durch Isolirung nachzuweisen, ist bisher nicht gelungen. Auch ist an den abgesprengten Querplättchen, zumal der dicken Stäbe der Amphibien, so vollkommen auch die Conservirung gelingt (vergl. oben), nicht eine Spur der Axenfaser oder eines Axencanales zu entdecken. Dagegen müssen nach Zenker's[7]) Beobachtungen Unterschiede im Berechnungsindex der Mantelfläche und des Innern der Stäbchen angenommen werden, aus denen wahrscheinlicher Weise die fragliche Erscheinung sich erklärt. Diese Indices schätzt Zenker auf 1,5 als Maximum und 1,33 als Minimum.[8])



Fig. 354. *a* Stäbchenaussenglied von Triton frisch in Serum, *b* dünne Scheibe eines solchen nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure (2⁰/₀) abgebrochen, etwas von der Seite gesehen. Die übrigen Figuren stellen sämmtlich eben solche und noch dünnere Scheibchen dar, von der Fläche gesehen, von verschieden dicken Aussengliedern abgesprengt. Vergr. 1000.

1) Graefe, Archiv f. Ophthalmologie. Bd. V, 2, p. 101, Taf. IV.
2) Z. f. rat. Medicin. Bd. X, 1860, p. 305.
3) Ebenda Bd. XVIII, 1863, p. 128.
4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 219, Taf. XIV, Fig. 5. Hensen in Virchow's Arch. Bd. XXXIX, p. 486, Taf. XII, Fig. 4 *A*.
5) Membr. fenestr. p. 23.
6) A. f. m. A. Bd. IV, p. 347.
7) A. f. m. A. Bd. III, p. 259.
8) W. Krause nimmt später den Berechnungsindex der Stäbchen auf 1,45 bis 1,47 an. (Membr. fenestr. p. 25).

In durch Ueberosmiumsäure ein wenig gequollenen Froschstäbchen glaubte Hensen eine Andeutung von drei neben einander liegenden Axenfasern zu erkennen. [1])

Auch im Innengliede der Stäbchen nehmen einige Forscher die Differenzirung einer Axenfaser an. [2]) Zuerst hat W. Krause eine solche von den Zapfen der Vögel abgebildet, [3]) wo dieselbe mit einem ellipsoidischen Körper endigen soll, welcher unter dem Namen Opticusellipsoid eingeführt wird. Wir kommen auf diese Körper in den Zapfen und Stäbchen der Vögel und anderer Thiere zurück, von denen in den Stäbchen des Menschen und der Säugethiere Nichts zu beobachten ist. Die Axenfaser im Innengliede aber, welche zu dem ellipsoidischen Körper hinleiten soll, ist wie die hypothetische des Aussengliedes ein sehr zweifelhaftes Gebilde. Ich vermag auch bei den Stäbchen des Menschen eine einzelne Axenfaser nicht zu entdecken.

Die Innenglieder der Stäbchen und Zapfen des Menschen und vieler Thiere zeigen dagegen bei sehr vollkommener Conservirung in Ueberosmiumsäure und Untersuchung mit sehr starken Vergrösserungen eine feine Längsstreifung der Oberfläche, [4]) welche uns an die oben erwähnte der Aussenglieder der Amphibien erinnert und sich wirklich zum Theil in dieselbe fortsetzt. [5]) Doch wenn bei letzteren eine Selbständigkeit der Streifen in Form ablösbarer Fasern nicht nachweisbar ist, die Erscheinung vielmehr auf einfacher Cannelirung der Oberfläche beruht (vergl. oben), sind es bei den Innengliedern wenigstens auf gewisse Strecken ablösbare feine Fäserchen, welche die Streifung mit bedingen. Bei den grossen Zapfen der menschlichen Netzhaut ist die Streifung der Oberfläche unter Umständen sehr deutlich. Dieselbe verläuft in der Richtung der Längsaxe oder in langgezogener Spirale, und besteht aus cc. 40—50 Einzelstreifen ringsum in gleicher Entfernung von einander, welche an der dicksten Stelle der Zapfen etwa $1/2$ Mik. beträgt. Dieselben rücken an der Spitze des Innengliedes so dicht zusammen, dass sie sich mit unseren optischen Hülfsmitteln einzeln nicht mehr erkennen lassen. Doch hat es den Anschein, als wenn die Streifen in Form einer conischen Röhre sich auf die Oberfläche des Aussengliedes fortsetzen. Denn eine zarte aus der streifigen Rinde des Innengliedes hervorgehende Hülle lässt sich auf eine kürzere oder längere Strecke über die Aussenglieder hin isoliren. Wie die Zapfen, besitzen auch die Stäbchen des Menschen und der Säugethiere eine oberflächliche Streifung des Innengliedes. Die Streifen verlaufen in Form feinster Linien meist zu 8—10 in gleichen Entfernungen rings um das Innenglied parallel der Längsaxe, oder wie bei den Zapfen in einer langgezogenen

1) Virchow's Archiv. Bd. XXXIX, p. 489, Taf. XII, Fig. 8.
2) Vergl. namentlich Hensen a. a. O. Fig. 6.
3) Anatom. Unters. 1860. Taf. II, Fig. 5. 6.
4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 394, Taf. XXII.
5) Hensen, Virchow's Archiv. Bd. XXXIX, p. 489, machte die erste derartige Beobachtung beim Frosch.

Spirale bis an die Grenzlinie zwischen Innen- und Aussenglied. Ist letzteres bei guter Conservirung in Ueberosmiumsäure abgefallen, so bemerkt man aus den Streifen des Innengliedes sich fortsetzende feinste Fäserchen auf kurze Strecke frei vorstehen, ein Korb von Fasern, in welchem früher das Aussenglied eingeschlossen lag. Kurz, es ist auch hier wie bei den Zapfen eine aus der Streifung des Innengliedes sich entwickelnde Faserhülle für das Aussenglied, welche sich wenigstens auf eine gewisse Strecke isoliren lässt. Trotz ihrer Feinheit ist es möglich, auch auf den stark lichtbrechenden Aussengliedern der Stäbchen des Menschen noch die äusserst feinen Längslinien zu erkennen, welche gerade oder in leichter Spirale über dieselben hinlaufen. [1])



Fig. 355. Stäbchen u. Zapfen vom Menschen nach Conservirung in 2% Ueberosmiumsäure, um die feinen Fasern der Oberfläche und die verschiedene Länge der Innenglieder zu zeigen. Das Aussenglied des Zapfens ist in Plättchen zerfallen, die noch unter einander zusammenhängen. Vergr. 1000.

Wie angeführt, sind diese Fasern zum Theil ablösbar. Zumal von der Basis der Zapfen des Menschen heben sie sich bis auf eine gewisse constante Länge leicht ab und bleiben, in ihrem Zusammenhang eine kurze, aus starren Fibrillen bestehende Röhre darstellend, auf der M. limitans externa sitzen, wenn der Zapfen sich von derselben abgelöst hat. [2]) Die Limitans externa erscheint dann von der Fläche betrachtet in Kreisen, welche dem Zapfendurchmesser entsprechen, wie fein punktirt, [3]) und es macht den Eindruck, als könnten die Fibrillen, aus welchen wir die Zapfenfasern innerhalb der äusseren Körnerschicht zusammengesetzt betrachteten, hier einzeln auf der Oberfläche der Zapfenkörper verlaufen. In diesem Falle wären die Fäserchen Nerven. Dem scheint jedoch nicht so zu sein. Die feinen Fasern lassen sich zwar schwer rückwärts in die äussere Körnerschicht verfolgen; so viel habe ich aber mit Sicherheit erkannt, dass sie mit dem zwischen den Stäbchen- und Zapfenfasern vorhandenen Gewebe zusammenhängen. Da dieses nur der Bindesubstanz zugerechnet werden kann, so stellen die fraglichen Fäserchen eine Fortsetzung der zarten, ebenfalls bereits fein fibrillären oder streifigen Bindesubstanz der äusseren Körnerschicht dar und bilden, soweit ablösbar, stützende Faserkörbe für die Basen

---

1) M. Schultze l. c., Taf. XXII, Fig. 7—16.

2) Sehr unvollständige Theile dieser Fasern habe ich früher abgebildet (A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 13 a), und sind von W. Krause unter dem Namen »Nadeln« als besonderes Element der Stäbchen- und Zapfenschicht eingeführt (Membr. fen. Fig. 4, 5, 21).

3) A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 6.

der Zapfen und Stäbchen (vergl. unten Fig. 360).[1]) Ihr weiteres Verhalten auf der Oberfläche zumal der Zapfen des Menschen wird durch eine neue Complication der Bildung des Innern des Zapfenkörpers zweifelhaft. Hier findet sich nämlich, meinen Untersuchungen zufolge, eine dichte Masse feinster in der Längsrichtung verlaufender Fibrillen, welche von der Ober-

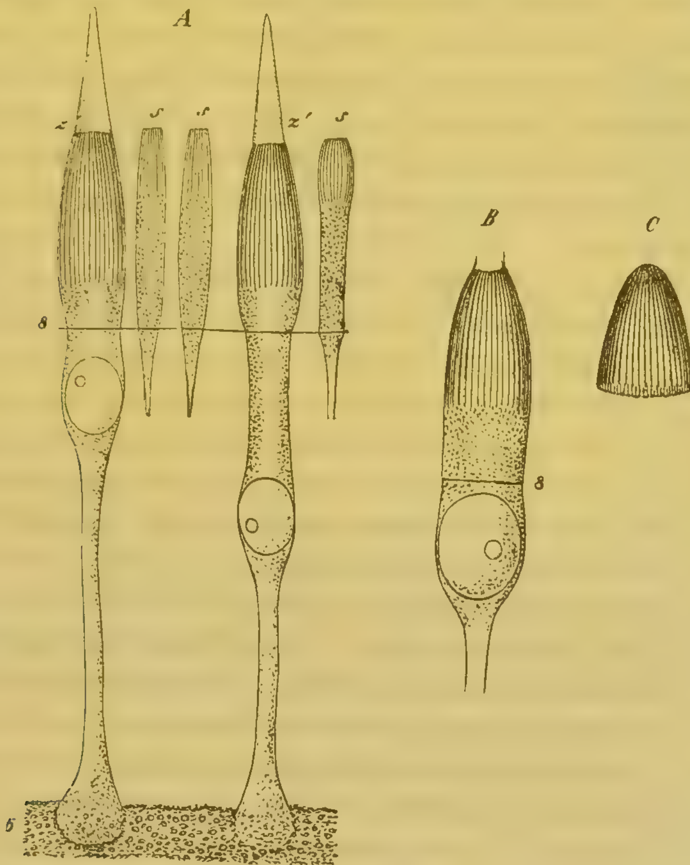


Fig. 356. *A*. Stäbcheninnenglieder *sss* und Zapfen *zz'* vom Menschen, letztere in Verbindung mit den Zapfenkörnern und Fasern bis zur äusseren granulirten Schicht 6. Der Zapfen *z'* zeichnet sich durch eine ungewöhnlich lange Brücke zum Zapfenkorn (den dickeren peripherischen Theil der Zapfenfaser) aus. Im Innern der Innenglieder von Stäbchen und Zapfen ist die fibrilläre Structur sichtbar. Vergr. 800. *B*. Innenglied eines Zapfens mit Zapfenkorn und Anfang der Zapfenfaser vom Menschen, an welchem der innere fibrilläre Theil nicht so weit gegen die Limitans externa herabreicht. Vergr. 1200. *C*. Abgelöster Faserkegel aus dem Innern eines Zapfen eben daher, noch kürzer, von einem Zapfen aus der Gegend der Ora serrata.

fläche an die ganze Dicke des Zapfenkörpers erfüllen, so dass eine Unterscheidung der oberflächlichen und der tiefen Fasern zunächst wenigstens noch nicht hat gelingen wollen. Die inneren Fibrillen[2]) reichen merkwürdiger

---

1) Landolt hat kürzlich bei den Amphibien eine scheidenartige Fortsetzung der Bindesubstanz über die Stäbchen beschrieben (A. f. m. A. Bd. VII, p. 94), welche im Wesentlichen mit den oben genannten Faserkörben der Zapfen des Menschen übereinstimmen dürfte.

2) Dieselben sind unvollkommener bereits von mir, A. f. m. A. Bd. II, Taf. X, Fig. 8, abgebildet.

Weise nicht bis auf die Limitans externa herab, sondern hören scharf abgesetzt eine gewisse Strecke oberhalb derselben auf. Wenigstens werden sie hier unsichtbar und würden, falls sie weiter etwa bis in die Zapfenfaser hinabreichten, ihre Natur ändern. Man findet Zapfen, welche an der Stelle, wo die inneren Fibrillen aufzuhören scheinen, kleine Kügelchen, wie Fetttröpfchen enthalten, andere, welche hier in der Quere durchgebrochen sind. Im frischen Zustande zeigt sich der fibrilläre Theil des Zapfeninneren als eine glänzende, stärker lichtbrechende Abtheilung des Zapfens. Man kann die Fibrillen bei passender Maceration auch isoliren. An der Stelle, wo das Aussenglied beginnt, hören sie auf. Die Verbindung des Aussengliedes mit dem Innengliede scheint durch eine auch die fibrilläre Substanz umschliessende Hülle hergestellt zu sein.

Eine ganz ähnliche aus kurzen, starren Fibrillen bestehende Structur erkenne ich auch im Innern der Innenglieder der Stäbchen des Menschen (Fig. 356, *A*, *ss*). Die Bildung ist durchaus ähnlich derjenigen der Zapfen und bestätigt die auch sonst wohl berechtigte Ansicht, dass zwischen Stäbchen und Zapfen, abgesehen von der verschiedenen Dicke der zugehörigen Nervenfasern, ein anderer wesentlicher Unterschied als der der Grösse und Gestalt nicht besteht, dass also beide Formen percipirender Elemente nur Modificationen einer gemeinsamen Grundform sind.

Mit den Stäbchen und Zapfen sind wir an das Ende der Ausbreitung der Opticusfasern in der Netzhaut gelangt. Ueberblicken wir noch einmal den Zusammenhang der nervösen Elementartheile der Retina des Menschen, wie wir ihn nach dem heutigen Stande unserer Kenntniss desselben darzustellen berechtigt sind, so finden wir zunächst (vergl. nebenstehende schematische Zeichnung) die marklosen Nervenfasern der Opticusschicht in Zusammenhang mit Ganglienzellen. An der Macula lutea, wo dieser Zusammenhang besonders leicht nachweisbar ist, sind sämmtliche Ganglienzellen bipolar. Der peripherische Fortsatz ist der dickere und tritt, um sich zu verästeln, in die innere granulirte Schicht ein. An den übrigen Theilen der Netzhaut scheinen die meisten Ganglienzellen multipolar zu sein, wo dann wahrscheinlich ein Fortsatz in der Opticusschicht central, die übrigen in der inneren granulirten Schicht auf das feinste verästelt peripherisch verlaufen. Die Natur und der Verlauf der feinen Ganglienzellenausläufer der inneren granulirten Schicht gleicht in jeder Beziehung der der feinsten Nervenprimitivfibrillen der grauen Substanz der Hirnrinde. Sie bilden in ihrem complicirten Verlaufe das innigste Geflecht und liegen eingebettet in die zähe spongiöse Bindesubstanz, welche eine Isolirung derselben auf längere Strecken nicht zulässt. Es ist demnach wenig Aussicht vorhanden, dass die Communication dieser Ganglienzellenausläufer mit den nervösen Fasern der folgenden Schichten demonstrirt werden könne. In der Schicht der inneren Körner finden wir senkrecht zur Oberfläche der Netzhaut verlaufende Nervenfasern. Allein an der Macula lutea scheinen auch schief zur Fläche verlaufende Fasern der

Art vorzukommen. Jede dieser Fasern ist unterbrochen durch eine kleine Zelle, ein inneres Korn, eine bipolare Ganglienzelle, deren centraler Ausläufer (der Theil der radiären Nervenfaser, welcher aus der inneren granulirten Schicht aufsteigt) sehr fein, deren peripherischer dicker ist. Dieser verliert sich wahrscheinlich immer mit Verästelungen in der äusseren granulirten Schicht. Diese gleicht der inneren und lässt eine nähere Verfolgung der sie durchziehenden feinen Nervenfibrillen ebenso wenig zu wie jene. Aus ihr erheben sich die Stäbchen und Zapfenfasern in der Richtung senkrecht auf die Fläche, nur wieder an der Macula lutea schief. Die Zapfenfasern entstehen durch Zusammenfliessen einer grossen Zahl feiner Fibrillen, stellen ein dickes Bündel solcher Fibrillen ähnlich einer dickeren Faser der Opticusschicht dar und gehen in das kernhaltige Zapfenkorn, eine bipolare Ganglienzelle über, deren peripherischer Fortsatz gewöhnlich sogleich der Zapfenkörper selbst ist. Bleibt zwischen Zapfenkorn und Zapfenkörper, wie manchmal zumal an der Macula lutea ein längerer Zwischenraum, so ist dieser Theil, der peripherische der Zapfenfaser, wieder dicker als der andere, der centrale. Die Stäbchenfasern sind sehr viel feiner als die Zapfenfasern. Ob auch sie aus mehreren Fibrillen zusammengesetzt sind, lässt sich nicht beobachten, ist aber aus mehrfachen Gründen wahrscheinlich. Der peripherische Theil der Stäbchenfaser besitzt wieder eine weit ansehnlichere Dicke als der centrale, dieser beginnt an der äusseren granulirten Schicht mit einer Anschwellung, welche der der Zapfenfasern vergleichbar und bei vielen Thieren geradezu gleich ist. In den Stäbchen und Zapfen selbst sehen wir die Endorgane der Sehnervenfasern. Ob die Fibrillen im Innern der Innenglieder mit den nervösen Fibrillen der bezüglichen Fasern in Zusammenhang stehen, respective deren modificirte Enden

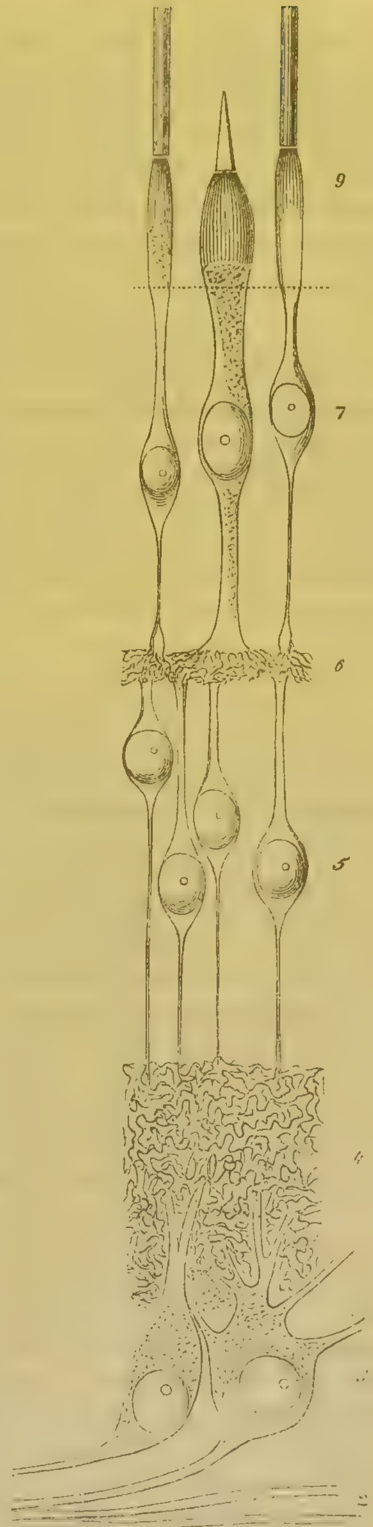


Fig. 357. Schematische Darstellung des Zusammenhangs der Nervenfasern in der Netzhaut. Die Zahlen sind dieselben wie in dem Schema Fig. 344, p. 979; 2 Opticusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körnerschicht, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen.

darstellen, muss dahin gestellt bleiben, ebenso die Frage nach den Beziehungen der Aussenglieder zu der Nervensubstanz. Dass Innen- und Aussenglieder eine gemeinschaftliche Hülle haben, ist in hohem Grade wahrscheinlich, jede andere Art von Continuität aber zwischen ihnen z. B. durch innere nervöse Fasern ist eine blosse Hypothese. Somit könnte möglicher Weise die Nervensubstanz mit den Innengliedern abschliessen und das Aussenglied einen nicht nervösen physikalischen Hülfsapparat darstellen.

Sehr merkwürdig und wichtig für die Erklärung der Bedeutung der Nervenzellen im Allgemeinen muss das in Fig. 357 dargestellte Verhältniss erscheinen, dass die Fortsätze der nervösen Zellen der Retina nach der Peripherie zu immer dicker sind als nach dem Centrum. Rührt diese verschiedene Dicke von der verschiedenen Zahl der elementaren Nervenfibrillen her, so würden letztere an der Peripherie zahlreicher sein als im Centrum, was nur durch eine Vermehrung der Fibrillenzahl innerhalb der nervösen Zellen zu erklären wäre.

Die minutiösen Einzelheiten im Bau der Stäbchen und Zapfen der Netzhaut müssen unser lebhaftes Interesse in Anspruch nehmen, wenn wir bedenken, dass wir es in letzteren mit Gebilden zu thun haben, welchen die Aufgabe obliegt, die Umsetzung der Bewegung, auf welcher das Licht beruht, in Nervenleitung zu vermitteln.

Wir dürfen und müssen voraussetzen, dass die Structur der Endorgane mit ihrer Function zusammenhängt, die Hoffnung aber, etwas der Art an den Stäbchen und Zapfen mit dem Mikroskope zu entdecken, nährt sich und wächst mit Recht an der Thatsache, dass, je genauer die Untersuchung und je schärfer die angewandten Vergrösserungen waren, um so feinere und merkwürdigere Details im Bau derselben entdeckt wurden. Wohl mag Manchem in Anbetracht der geringen Länge der Lichtwellen diese Hoffnung zu kühn vorkommen. Wenn wir aber genauer bedenken, dass die Grössen, um welche es sich hier handelt, nämlich 0,7 Mik. ungefähre Länge der Lichtwellen am sichtbaren rothen Ende des Spectrum, 0,4 Mik. ungefähre Länge der Lichtwellen am sichtbaren violetten Ende innerhalb der dem Mikroskopiker erkennbaren und messbaren Grössen liegen, so werden wir die Aufgabe eine allzu kühne nicht nennen dürfen. Von dem allergrössten Werthe in Verfolgung derselben werden uns natürlich vergleichend anatomische Forschungen sein. So verschieden auch nach Bau und Entwickelung die Augen der Thiere im Ganzen sind, für den Zweck der Uebertragung der Lichtwellen in Nervenleitung lässt sich eine ähnliche Uebereinstimmung im Bau der Nervenendorgane und deren Hülfsapparate voraussetzen, wie wir sie z. B. für das Gehörorgan in Form der in eine Flüssigkeit hineinragenden Hörhaare kennen. So sei es denn hier gestattet, eine kurze Darlegung unserer Kenntnisse der Endapparate des Sehnerven bei Thieren zu geben, zugleich mit einem Hinweis auf den physiologischen Werth der hervortretenden Verschiedenheiten.

Sämmtliche Wirbelthiere, welche sehen können, vielleicht mit einziger Ausnahme von Amphioxus, dessen Augen auf einer sehr niederen Stufe der Entwickelung stehen, besitzen eine Netzhaut mit einer der des Menschen gleich gerichteten Schicht von Stäbchen oder Zapfen. Während für gewöhnlich die Zapfen kenntlich sind an dem bauchig angeschwollenen Innenglied und dem conischen Aussenglied und bei einer Mischung von Stäbchen und Zapfen,

wie in der menschlichen Netzhaut, die Unterscheidung beider nicht schwierig ist (ebenso bei den Affen, dem Schwein, den Wiederkäuern und bei den meisten Knochenfischen), kommen Fälle vor, in denen die Zapfen den Stäbchen ähnlicher werden, indem wie beim Meerschweinchen oder Kaninchen die Innenglieder der ersteren kaum dicker oder sonst anders geformt sind, als die der Stäbchen, so dass nur noch das Aussenglied entscheidet. Aber auch hier sind unzweifelhaft Uebergänge vorhanden, so namentlich bei den Tritonen,[1] bei denen, wie minder deutlich auch beim Frosch, auch die Aussenglieder der Stäbchen conisch gefunden werden. Bei den Vögeln kommen sehr dünne, stäbchenartige Zapfen vor, bei denen nicht immer die conische Gestalt des sehr verlängerten Aussengliedes deutlich hervortritt. Wenn es hiernach scheint, als wenn die schärfere Unterscheidung zwischen Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe aufhöre, so sind doch immer noch einzelne Merkmale ausser den angeführten vorhanden, welche die Unterscheidung fast in allen Fällen ermöglichen. Zu diesen aussergewöhnlichen Merkmalen gehören bei den Vögeln die stark lichtbrechenden Kugeln fettartiger Substanz, welche grossentheils eine gelbe oder rothe Farbe haben, und in allen Zapfen gelagert sind, während sie den Stäbchen fehlen. Dieselben liegen an der Stelle des Innengliedes, wo der Uebergang in das Aussenglied stattfindet, und haben eine solche Grösse, dass je eine den Zapfen an der betreffenden Stelle so vollständig ausfüllt, dass das Licht das Aussenglied nicht erreichen kann, ohne die in Rede stehende Kugel passirt zu haben (siehe Fig. 358 *z*). Es giebt farblose Kugeln der Art, die meisten sind aber gelb, hellgelb, grüngelb, gummiguttgelb und orange, dazwischen stehen meist in regelmässigen Entfernungen rubinrothe. Sie müssen vermöge ihrer sphärischen Krümmung einen Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen ausüben und nach ihrer Farbe gewisse Strahlen absorbiren. Ihre Anwesenheit beweist, wie Hensen zuerst hervorgehoben hat,[2] mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit, dass die Aussenglieder es sind, welche die Perception vermitteln, da nur in diesem Falle die auswählende Absorption einen Sinn hat. Dass sie nur in den Zapfen und nicht in den Stäbchen vorkommen, beweist, dass die Zapfen mit der Perception der Farben mehr zu thun haben, als die Stäbchen, was auch für Säugethiere und Mensch aus anderen Gründen das Wahrscheinliche ist.[3] Dass die in Rede stehenden Kugeln die ganze Dicke des Innengliedes einnehmen, beweist andererseits, wie Krause mit Recht hervorhebt[4]) dass hier eine Unterbrechung in der Continuität vorliegt, und dass die Aussenglieder nervöser Natur nicht sein können, wenn auch die Innenglieder es sind. Durch die von mir entdeckten, auf der Oberfläche der Innenglieder verlaufenden und auf die Aussenglieder sich fortsetzenden Fasern, welche durch die Fettkugel nicht unterbrochen werden, glaubte ich den Weg andeuten zu können, auf welchem den Aussengliedern der Antheil an dem Perceptionsvorgang erhalten bleibe.[5] Die neuen Complicationen, welche die Entdeckung des inneren Fasersystems der Zapfen und Stäbchen in diesen Gegenstand einführt, erlauben zur Zeit keine abschliessenden Betrachtungen.

Wie den Vögeln kommen die Oelkugeln auch den Zapfen der Reptilien zu, neben einzelnen farblosen bei den Schildkröten roth, orange und gelb. Endlich sind auch die sehr kleinen Zapfen der ungeschwänzten Batrachier durch je eine solcher stark lichtbrechenden Kugeln ausgezeichnet, welche entweder farblos oder

---

1) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 237.
2) Virchow's Archiv. Bd. XXXIV, p. 405.
3) M. Schultze, A. f. m. A Bd. II, p. 253.
4) Membr. fenestr. p. 48.
5) A. f. m. A. Bd. V, p. 400.

hellgelb gefärbt sind. Bei Fischen kommen sie nicht vor, es sei denn, dass eine Angabe von Leydig bezüglich der percipirenden Elemente des Störs [1]) dahin zu deuten wäre. Neben den farbigen Kugeln enthalten manche Zapfen der Vögel (Taube) und Eidechsen noch einen diffusen rothen oder gelben Farbstoff, welcher die auswählende Absorption der Kugel zu unterstützen im Stande ist.

Ausserdem findet sich in den Innengliedern der Zapfen bei Vögeln, Reptilien und Amphibien und ebenso in denen der Stäbchen der zuerst und zuletzt genannten Thiere noch eine andere Art von Differenzirung, welche einen Einfluss auf den Gang der Lichtstrahlen auszuüben geeignet ist, nämlich ein linsenförmiger Körper von stärkerem Lichtbrechungsvermögen als seine Umgebung. Dieser nimmt bei den Stäbchen das Ende des Innengliedes ein und ist abgeplattet nach hinten dem Aussengliede zu, sphärisch oder ellipsoidisch gekrümmt nach vorn. Bei den Zapfen mit kugligem Oeltropfen schliesst er sich nach vorn unmittelbar an diesen an. W. Krause sah diesen Körper zuerst in den Zapfen des Huhnes und glaubte ihn als knopfförmiges Ende einer nervösen Centralfaser des Innengliedes auffassen zu müssen und nannte ihn Opticusellipsoid.[2]) Ich habe ihn als den linsenförmigen Körper bezeichnet.[3])

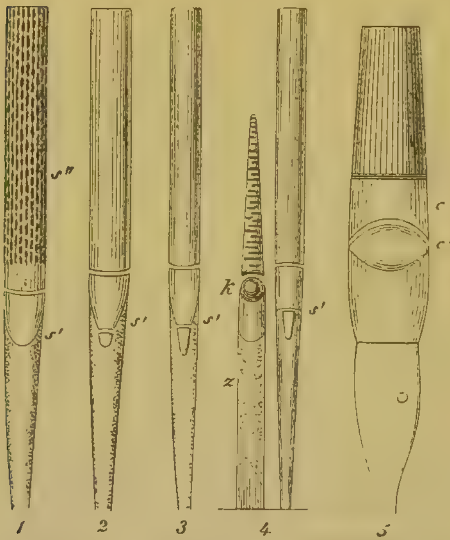


Fig. 358. 1, 2, 3 Stäbchen der Netzhaut vom Falken; 5′ Innenglieder mit lichtbrechenden, linsenförmigen Körpern, 5″ Aussenglied von reihenweis stehenden Pigmentkörnchen umhüllt, wie sie manchmal an in Osmiumsäure erhärteten Präparaten auf der Oberfläche der Aussenglieder festkleben. 4 Stäbchen und Zapfen (z) vom Huhn; k gelbe Fettkugel im Innengliede des Zapfens, dahinter ein ellipsoidischer lichtbrechender Körper. 5 Stäbchen von Triton; c planconcave, c′ biconvexe Linse im Innenglied. Vergr. 800.

Die Ueberosmiumsäure, auf frische Netzhäute angewandt, macht die linsenförmigen Körper, z. B. der Vögel und Amphibien ausserordentlich deutlich, da sie die Formen scharf conservirt und geringe Farbenunterschiede hervorruft. In den Zapfen und Stäbchen des Menschen sind weder frisch noch mit Hülfe dieses Reagens ähnliche Körper deutlich zu machen. Sehr merkwürdig ist, dass bei einigen Thieren der linsenförmige Körper der Stäbchen aus zwei Abtheilungen zusammengesetzt ist, welche ein verschiedenes Verhalten gegen Ueberosmiumsäure und verschiedenes Lichtbrechungsvermögen besitzen.[4]) In den Stäbchen der Vögel sondert sich oft ein kleiner vorderer Abschnitt in Form eines kurzen Stiftchens von der Spitze der ellipsoidischen Linse mit stärkerem Glanze ab[5]) (Fig. 358, 5′) und bei Tritonen besitzt der hintere Abschnitt eine nach vorn sphärisch gekrümmte Concavität, in welche sich ein vorderer Abschnitt von der Form einer Convexlinse (Fig. 358, 5 c′) einfügt. Es liegt sehr nahe anzunehmen, dass wir es hier mit Vorrichtungen zu thun haben,

1) Anatom. histol. Unters. über Fische und Reptilien 1853, p. 9.

2) Göttinger Nachrichten 1867, No. 37.

3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 221.

4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 401, 403, Fig. 2, Fig. 17.

5) Dieses Stiftchen ist es, welches ich früher in gequollenen Innengliedern als eine möglicherweise resistent gebliebene Axenfaser deutete (A. f. m. A. Bd. III, p. 245, Fig. 5).

welche die Lichtstrahlen, die dem Aussengliede zustreben, in sehr bestimmter Weise von ihrem Gange ablenken.

Ganz räthselhaft in physiologischer Beziehung sind die von Hannover zuerst beschriebenen Zwillingszapfen oder Doppelzapfen. [1]) Bei Säugethieren und beim Menschen sind dieselben bisher nicht beobachtet, [2]) dagegen kommen sie bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen vor. Bei Fischen, wo sie am grössten, häufigsten und daher am leichtesten zu finden sind, bestehen sie aus zwei anscheinend ganz gleichen, unter einander verwachsenen Zapfen mit getrennten Aussengliedern und Zapfenfasern, so dass man annehmen könnte, es seien behufs der Vermehrung in der Längstheilung begriffene Zapfen. Anders bei den übrigen Thieren, bei welchen, wie ich gezeigt habe, wesentliche Verschiedenheiten zwischen beiden Hälften der Doppelzapfen herrschen, welche nicht ohne physiologische Bedeutung sein können. Bei Vögeln, Schildkröten, Eidechsen und beim Frosch, bei welchen jeder Zapfen eine farbige oder farblose Kugel enthält, findet sich eine solche immer nur in der einen Hälfte des Doppelzapfens, die andere birgt nur den ellipsoidischen linsenförmigen Körper, welcher bei manchen Vögeln gelb gefärbt ist, aber durch Form und Lichtbrechung auch in diesem Falle immer noch wesentlich verschieden ist von den farbigen Oelkugeln der anderen Zapfenhälfte. [3]) Dabei besteht sehr häufig ein Längenunterschied beider Hälften der Art, dass die mit der Oelkugel weiter nach hinten reicht als die ohne, auch dass die Ebenen, in welchen Innen- und Aussenglied beider Hälften zusammenstossen, nicht zusammenfallen. Betrachten wir das Aussenglied als den Ort des deutlichen Sehens, so würde also für beide Hälften der Doppelzapfen die Nothwendigkeit einer verschiedenen Accomodation resultiren, wenn sie gleiche Functionen hätten und die Lichtstrahlen unter sonst gleichen Bedingungen erhielten. Dies letztere ist aber nicht der Fall, insofern die lichtbrechenden linsenförmigen Körper der Innenglieder beider Hälften wesentlich verschieden sind.

Aus diesem Allen lässt sich entnehmen, dass die linsenförmigen Körper dazu bestimmt sind, den Lichtstrahlen eine Richtung für die endliche Verarbeitung in den Aussengliedern zu geben, welche ihnen, wie es scheint, durch den gröberen lichtbrechenden Apparat nicht gegeben werden konnte.

Sehr merkwürdig ist die verschiedene Vertheilung der Stäbchen und Zapfen in der Thierreihe. Beide Arten percipirender Elemente können durch eine einzige derselben vertreten werden. So entbehren der Zapfen in der Netzhaut gänzlich die Rochen und Haifische, das Flussneunauge und wahrscheinlich der Stör, [4]) unter den Säugethieren die Fledermäuse, der Igel, der Maul-

---

1) Hannover, Recherches microscopiques etc. 1841. Genaueres über dieselben bei M. Schultze, A. f. m. A. Bd. III, p. 231.

2) Hannover meinte sie hier gefunden zu haben, dies beruht jedoch auf einem Irrthum.

3) A. f. m. A. Bd. III, Taf. XIII, Fig. 6 *c*.

4) Die Petromyzon bedürfen genauerer Untersuchung, beim Flussneunauge habe ich bei einer vor längerer Zeit sich mir bietenden Gelegenheit im frischen Zustande nur eine Art von Elementen in der Stäbchenschicht gefunden, welche ich wegen der Gestalt des Aussengliedes für Stäbchen gehalten. Nach einer beiläufigen Bemerkung von H. Müller (Auge des Chamaelon p. 25) finden sich bei Petromyzon marinus Zapfen und Stäbchen gemischt. Beim Stör ist nach Bowman (on the Eye p. 89) und nach Leydig (Fische und Amphibien p. 9) nur eine Art percipirender Elemente vorhanden, und diese gleichen Leydig's Abbildung zufolge nach der Gestalt der Aussenglieder wieder den Stäbchen. Bei den Knochenfischen ist die Mischung von Stäbchen und grossen Zapfen die Regel. Unter einer grösseren Reihe von Ostseefischen, welche ich frisch auf die Vertheilung von Stäbchen und Zapfen untersuchte, und welche den Gattungen Pleunorectes, Gadus, Gasterosteus, Trachurus,

wurf,[1]) während ohne alle Stäbchen, also ausschliesslich zapfenführend die Netzhaut vieler Eidechsen, Schlangen und Schildkröten, wahrscheinlich aller Reptilien ist.[2]) Bei den Vögeln ist im Allgemeinen die Zahl der Zapfen ausserordentlich viel grösser als die der Stäbchen, während bei den Säugethieren das umgekehrte Verhältniss herrscht. Nur am gelben Fleck der Netzhaut des Menschen und der Affen überwiegen, wie bekannt, die Zapfen, in der Mitte dieser besonders scharf percipirenden Stelle fehlen sogar die Stäbchen gänzlich. Die Netzhaut der Vögel hat demgemäss in ihrer ganzen Ausdehnung bezüglich der Häufigkeit der Zapfen eine Aehnlichkeit mit der Macula lutea des Menschen, welche noch dadurch gesteigert wird, dass die gelben Oelkugeln in den Zapfen der Vögel mit Rücksicht auf die Aussenglieder eine ähnliche Bedeutung haben, wie das gelbe Pigment der empfindlichsten Stelle der menschlichen Netzhaut.

Sehr merkwürdig ist, dass die Zahl der Zapfen bei den nur in der Dämmerung oder des Nachts fliegenden Eulen bedeutend zurücktritt, so dass bei diesen Vögeln wieder die Stäbchen an Zahl überwiegen, und dass gleichzeitig in den Zapfen die Intensität des gelben Pigmentes bedeutend geringer ist, als bei den Tagvögeln, das rothe Pigment aber ganz fehlt.[3]) Bei Säugethieren, welche die Nacht oder die Dämmerung dem Tage vorziehen, treten ebenfalls die Zapfen in einer sehr auffallenden Weise zurück oder fehlen, wie bei den Fledermäusen und den anderen oben angeführten Fällen, ganz. Ratte, Maus, Siebenschläfer, Meerschweinchen besitzen, wenn überhaupt Zapfen, so doch nur ganz rudimentäre im Vergleich zum Menschen, Schwein, Wiederkäuer, Hund. Die Katze hat deutliche aber dünne Zapfen, das Kaninchen weniger deutliche.[4])

Bemerkenswerth ist ferner auch der Umstand, dass die absolute Länge der Aussenglieder bei den Stäbchen der meisten Nachtthiere sehr ansehnlich ist.[5]) Mit der Länge der Aussenglieder nimmt die Zahl der hinter einander liegenden Plättchen zu, deren Dicke, wenn überhaupt, nur wenig variirt. Hiernach wird die in der Plättchenstructur begründete Reflexion und Verarbeitung der Lichtwellen behufs der Perception seitens der Aussenglieder bei grösserer Länge derselben eine vollständigere sein.

Entsprechend der ganz verschiedenen Entwickelungsgeschichte weicht der Bau der Netzhaut wirbelloser Thiere wesentlich ab von der der Wirbelthiere. Dies äussert sich namentlich in der Lage der percipirenden oder der Stäbchenschicht. Bei Mollusken, Gliederthieren und Würmern stellen die Sehnervenenden,

---

Cottus, Crenilabrus und Syngnathus angehörten, fand ich nur bei letzterer Gattung bemerkenswerthe Abweichungen von dem Gewöhnlichen. Die Stäbchen sind hier sehr dick und kurz, wie bei Amphibien, die Zapfen treten sehr zurück, und die Plättchen, in welche die Stäbchen nach kurzer Erhärtung in Osmiumsäure zerfallen, haben zum Theil eine sehr ausgeprägte Halbmondgestalt, ähnlich wie ich es bei Tritonen beschrieben habe.

1) A. f. m. A. Bd. II, p. 198. Bd. III, p. 238.

2) Ebenda, Bd. II, p. 209. W. Krause's Angabe, dass bei Lacerta agilis neben den Zapfen auch Stäbchen vorhanden seien, beruht auf einem Irrthum. Hulke ist, wie ich gezeigt habe, in der Unterscheidung von Stäbchen und Zapfen bei Reptilien nicht glücklich gewesen, so dass dessen Angaben vorsichtig aufzunehmen sind.

3) Vergl. meine Angaben in dem Archiv f. mikr. Anat. Bd. II, p. 208, welche ich nach wiederholten Untersuchungen gegenüber W. Krause's Widerspruch (Membrana fenestrata 1868, p. 29) in allen Stücken aufrecht halten muss.

4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 197. W. Krause's Widerspruch siehe Anatomie des Kaninchens, p. 129 und Membr. fen. p. 30.

5) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 199, Taf. XIV, Fig. 7 (Ratte); p. 208, Taf. IX, Fig. 10. 11 (Eule); Bd. III, p. 243. W. Krause, Membr. fen. p. 31.

wie bei den Wirbelthieren, eine Schicht pallisadenförmiger Gebilde dar. Diese sind aber dem Anscheine nach in ungleich günstigerer Situation als bei den Wirbelthieren, dem Lichte zugekehrt; sie sind nach vorn gegen die Linse gerichtet, während die Stäbchenschicht bei den Wirbelthieren der Chorioides anliegt. Es findet dieses Verhältniss seine Erklärung in der Entwickelung der Netzhaut, welche sich bei den Wirbelthieren als Ausstülpung der Gehirnblasen (siehe unten), bei den Wirbellosen [1]) als Einstülpung von der Haut bildet.

Unter den Mollusken kennen wir am genauesten den Bau der Netzhaut der Cephalopoden und Heteropoden. [2]) Stäbchenartige Pallisaden, bei den Cephalopoden von ansehnlicher Länge und eine bei Betrachtung mit blossem Auge röthlich aussehende Schicht darstellend, nehmen die innerste Lage der Netzhaut ein, welche durch braunschwarzes Pigment von den äusseren Lagen getrennt ist. Die Stäbchenschicht setzt sich zusammen aus 1) lamellös geschichteten Pallisaden nach Art der Aussenglieder der Wirbelthierstäbchen, doch viel wechselnder in der Gestalt des Querschnittes, welcher halbmondförmig, ringförmig, vierkantig und ganz irregulär geformt sein kann. Auch können benachbarte Pallisaden so unter einander verwachsen, dass sie eine von senkrechten Röhren durchsetzte zusammenhängende Masse darstellen. Die Plättchen, welche diese Pallisaden zusammensetzen, haben meinen Messungen zufolge ungefähr dieselbe Dicke wie bei den Wirbelthieren, d. h. circa 0,5 Mik.; 2) finden sich in den Zwischenräumen zwischen diesen Pallisaden und auf ihrer Oberfläche feine Nervenfibrillen, die letzten Enden der Opticusfasern. Diese treten aus einer Schicht kernhaltiger, spindelförmiger Gebilde, vergleichbar einer äusseren Körnerschicht in die Stäbchenschicht ein, die kernhaltigen Spindeln aber, welche mit ihrem einen Ende ausgefasert in der Stäbchenschicht enden, zerfallen an ihrem anderen, äusseren Ende in Fibrillen, welche aus der Opticusschicht hervorgehen. 3) gehört hierher körniges braunschwarzes Pigment. Dieses fehlt nie an dem äusseren Ende der Stäbchen, und trennt hier diese letzteren von den Spindeln. Dieses Pigment liegt wie die Nervenfasern ausserhalb der lamellösen Pallisaden und umhüllt letztere, erstreckt sich dann weiter in die von den Nervenfasern eingenommenen Zwischenräume zwischen die Pallisaden und bildet oft an dem inneren Ende der Stäbchen, wo dieselben durch eine homogene Membran vom Glaskörper getrennt werden, eine dichte, die Räume zwischen den Pallisaden verstopfende Anhäufung. Das Licht kann in die letzteren eindringen, ist aber durch die dichte Pigmentablagerung von den die Nervenfibrillen bergenden Canälen ausgeschlossen oder erreicht dieselben nur auf dem Umwege durch die lamellösen Pallisaden. (Vergl. besonders M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 15—18).

Es leuchtet ein, dass, wenn unter den auf der Oberfläche der Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen bei den Wirbelthieren verlaufenden feinen Fibrillen auch Nervenfasern sind, ihr Lageverhältniss einmal zu der lamellösen Substanz und zweitens zu dem Pigment der Pigmentepithelzellen der Retina vollkommen ähnlich wäre dem der analogen Gebilde der Netzhaut der Cephalopoden.

In den Augen der Gliederthiere complicirt sich der Bau der Netzhaut entsprechend der Zusammensetzung der Augen aus vielen Einzelaugen. [3]) Aber auch

---

1) Semper nach einer Mittheilung von Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 416.

2) Vergl. Babuchin, Würzb. nat. Zeitschr. Bd. V, 1864, p. 125. Hensen, Ueber das Auge einiger Cephalopoden. Zeitschr. f. w. Z. Bd. XV; und Bronn, Klassen u. Ordn. d. Th. Mollusken, Taf. 115. Steinlin, Beitr. z. A. d. Ret. St. Gallen, 1865/66, p. 70. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, p. 1. Ueber die Netzhaut anderer Mollusken u. A. Babuchin, Sitzungsb. d. Acad. zu Wien, Juni 1865 und Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 399, woselbst die Literatur vollständig zu finden.

3) Leydig, Das Auge der Gliederthiere.

hier finden sich hinter den lichtbrechenden Körpern, welche Hornhaut, Linse und Glaskörper zu vergleichen sind, lamellös geschichtete Stäbe [1]) mit ausserordentlichem Reflexionsvermögen, von oft sehr bedeutender Länge. Auch sind sie von dunklem Pigment umhüllt und stehen in nächster Beziehung zu Nervenfibrillen, welche aus der Opticusfaserschicht an ihr hinteres Ende herantreten und in ihnen oder an ihnen endigen. Die Schichtung aus Lamellen ist hier oft schon mit schwächeren Vergrösserungen erkennbar, wie bei den Krebsen, da die feinsten auch hier $1/2$ Mik. an Dicke nicht übersteigenden Plättchen in Gruppen vereinigt sind, welche ein verschiedenes Ansehen besitzen, ja wie beim Flusskrebs durch die Farbe unterschieden sein können. Das nähere Verhältniss der Nervenfibrillen zu den lamellösen Stäben ist hier aber minder genau bekannt, als bei den Mollusken.

Unter den Würmern endlich ist wenigstens bei der grossäugigen Alciope eine Analogie im Bau der Stäbchenschicht mit den Verhältnissen bei den höheren Thieren zu bemerken. Die von Krohn zuerst beobachteten Stäbe zeigen, soweit meine in conservirenden Flüssigkeiten aufbewahrten aus Neapel erhaltenen Präparate erkennen lassen, stark lichtbrechende, fein quergestreifte und leicht in der Quere abbrechende Pallisaden, zum Theil röhrenförmig und nach vorn mit Pigment verstopft. In welcher Art die Nervenfibrillen der nach aussen von den Pallisaden gelegenen Opticusschicht in dieser pigmentirten Stäbchenschicht ihr Ende finden, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Es sei hier noch erwähnt, dass neuerdings mehrfach Zweifel an der Bedeutung der Stäbchen und Zapfen als Endorganen der Sehnervenfasern ausgesprochen worden sind. Die Stäbchen und Zapfenfasern sollen bindegewebiger Natur sein und mit Bindegewebszellen und Fasern der inneren Retina-Schichten in Zusammenhang stehen. So meint W. Krause (Membr. fenestr. p. 48), dem sich für die Amphibien in gewissem Sinne Landolt (A. f. m. A. Bd. VII, p. 84) anschliesst. Bei Fröschen, Tritonen und Salamandern besitzt die äussere Körnerschicht, wie angeführt, eine so geringe Ausdehnung und enthält neben den spindelförmigen Stäbchen- und Zapfenkörnern nur so kurze von diesen ausgehende Fasern, dass dieselben zur Entscheidung der schwebenden Frage sehr wenig geeignet erscheinen. Ausserdem giebt Landolt zu, dass die in Rede stehenden Fasern in ihrem Inneren Nervenfasern enthalten können. Aehnlich ist es bei den Vögeln und Reptilien. Bei Säugethieren und Menschen, auf welche sich Krause's Angaben beziehen, ist die Verschiedenheit zwischen den Fasern der Bindesubstanz und den Nervenfasern dem oben Geschilderten zufolge so gross, andererseits die Uebereinstimmung der Stäbchen- und Zapfenfasern mit Nervenfasern so überzeugend, dass der aus den anatomischen Verhältnissen hergeleitete Grund, an der nervösen Natur der Stäbchen und Zapfen zu zweifeln, auf Zustimmung nicht rechnen kann. Warum dieselben bei Durchschneidungen des Nervus opticus, welche W. Krause bei Thieren ausführte, und in einzelnen Fällen von Atrophie des Sehnerven und der Ganglienzellen beim Menschen nicht in Degeneration begriffen gefunden wurden, werden weitere Versuche aufzuklären haben, jedenfalls kann die Thatsache ihrer Persistenz die anatomisch und physiologisch wohlbegründete Annahme nicht umstossen, dass die Stäbchen und Zapfen die Endorgane der Sehnervenfasern darstellen. Dasselbe gilt von den Gründen, welche Manz neuerdings in einer sehr verdienstlichen Arbeit über das Auge der hirnlosen Missgeburten (Virchow's Archiv Bd. LI) gegen die nervöse Natur der Stäbchen und Zapfen geltend gemacht hat.

1) M. Schultze, Untersuchungen über die zusammengesetzten Augen der Krebse und Insecten. Bonn 1868.

Ihre Anwesenheit bei Hemicephalen beweist nur, dass die Elemente der äusseren Netzhautschichten sich unter gewissen Umständen unabhängig von denen der inneren weiter entwickeln können, was, wenn die Stäbchen und Zapfen Nervenenden sind, in voller Uebereinstimmung steht mit dem Befunde an anderen Nerven, deren peripherische Endorgane wohl entwickelt gefunden werden können bei mangelnden Centralorganen.

2. Die Pigmentschicht der Netzhaut.

Obgleich mit den Nervenfasern, so viel bekannt ist, in keiner Continuität, gehört doch zur Netzhaut physiologisch und morphologisch die Schicht von Pigmentzellen, welche gewöhnlich als das Pigmentepithel der Chorioides bezeichnet wird. Dieselbe bildet sich während der embryonalen Entwickelung aus dem äusseren Blatte der primären Augenblase, welche aus einer Ausstülpung des embryonalen Gehirnes hervorgeht, und deren inneres Blatt sich in die übrigen Schichten der Netzhaut umwandelt. Später wachsen die Stäbchen und Zapfen aus dem inneren Blatte der primären Augenblase in die Pigmentschicht hinein. Hierdurch kommen beide in die bekannte, sehr innige Verbindung.

Die Pigmentzellen sind gleich sechsseitigen Mosaiksteinen zu einer Haut vereinigt, in welcher die einzelnen Zellen isolirbar bleiben. Der äussere Theil jeder Zelle, welcher an die Chorioides grenzt, ist pigmentarm oder

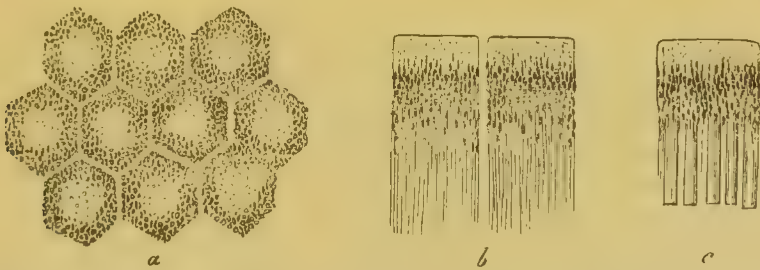


Fig. 359. Zellen der Pigmentschicht der Netzhaut des Menschen. *a* von der Fläche gesehen im Zusammenhang, *b* von der Seite gesehen mit den langen haarförmigen, theils pigmentirten, theils pigmentfreien Fortsätzen, *c* eine Zelle ebenso von der Seite gesehen, in welcher Aussenglieder von Stäbchen festhängen.

ganz farblos und enthält meist den kugeligen Kern, daneben bei manchen Thieren (Frosch) intensiv gelb gefärbte Fettkugeln. Der innere Abschnitt der Zellen enthält den charakteristischen körnigen Farbstoff und verlängert sich in Form vieler äusserst vergänglicher Fortsätze zwischen die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen, welche letztere dadurch in pigmentirte Scheiden aufgenommen werden. Diese scheidenartigen Fortsätze der Pigmentzellen lösen sich an ihrem Ende wieder in zahllose feine Fäden auf, welche oft ganz farblos sind und einem Walde von Flimmerhaaren nicht unähnlich sehen. Sie reichen beim Menschen mindestens bis an die Grenze von Aussen- und Innenglied, bei manchen Thieren bis in die Gegend der Limitans externa. Sie um-

schliessen die Stäbchen und Zapfen eng, schmelzen aber bald nach dem Tode ein, worauf die Verbindung zwischen Pigmentzellen und Stäbchen eine lockere wird.

Nach der Erhärtung der ganz frischen Netzhaut in Ueberosmiumsäure pflegen die Aussenglieder aber auch beim Menschen so fest in den Pigmentzellen zu haften, dass sie eher an der Verbindung mit den Innengliedern oder in ihrer Substanz in der Quere abbrechen, als sich von den Zellen lösen.

Die Intensität des Pigmentes schwankt und ist am geringsten bei blonden Individuen, am dunkelsten beim Neger. Hinter der Macula lutea ist die Farbe der Pigmentzellen immer etwas dunkler als in der übrigen Netzhaut. Ganz oder fast frei von Pigment zeigt sich die Netzhaut der Albino's und solcher Stellen der Säugethiernetzhaut, wo in der Chorioides ein stark reflectirendes Tapetum liegt. Die haarfeinen, wimperartigen Zellfortsätze, welche die Stäbchen scheidenartig umhüllen, sind aber auch an diesen farblosen Zellen wohl entwickelt. [1])

Die Pigmentkörnchen selbst, welche meist nicht kugelig, sondern elliptisch und stabförmig aussehen, [2]) sind nach den Angaben von A. FRISCH kleine Krystalle, welche in ganz frischem Zustande bei sehr starken Vergrösserungen scharfe Kanten und Ecken erkennen lassen. [3]) Dieselben sind mit ihrem grossen Durchmesser senkrecht gegen die Retinaloberfläche gestellt und erscheinen daher von dieser Fläche aus gesehen im Profil stabförmig. Die längsten fanden ROSOW und FRISCH 4—5 Mik. lang.

In hohem Grade bemerkenswerth sind die mit Abnahme der Sehschärfe und endlicher Erblindung auftretenden pathologischen Pigmentirungen der Netzhaut, welche den Ophthalmologen unter dem Namen der Retinitis pigmentosa bekannt sind. Es handelt sich bei der sogenannten typischen Pigmententartung wahrscheinlich immer um eine fleckweise Entartung des Pigmentepithels und eine mehr oder minder ausgedehnte Pigmentirung der übrigen Schichten der Netzhaut, zugleich um eine Degeneration der Stäbchen und Zapfen und eine endliche Atrophie der nervösen Bestandtheile der Netzhaut. Das durch den Zerfall der Pigmentepithelzellen frei gewordene körnige Pigment gelangt in die übrigen Schichten der Netzhaut. Das ist natürlich nur möglich nach vorausgegangenen Zerstörungen einzelner Theile der Stäbchen- und Zapfenschicht und der Limitans externa, sowie der äusseren Körnerschicht. In die tieferen Schichten der Netzhaut gelangt, folgt das körnige Pigment der Adventitia der Blutgefässe, also wahrscheinlich perivasculären Lymphscheiden derselben, und verbreitet sich hier weit und auch in diffusen Ablagerungen.

Da der Zustand entweder angeboren vorkommt oder sich doch meist in früher Jugend entwickelt, erblich und namentlich bei Kindern blutsverwandter Eltern beobachtet worden ist, welche bekanntlich ein reiches Contingent zu angeborenen Missbildungen liefern, so kommt Alles zusammen, denselben oder die Disposition

1) M. SCHULTZE, A. f. m. A. Bd. II, Tafel XIV, Fig 9 *b*.
2) ROSOW in GRAEFE's Archiv. Bd. IX, 3, p. 65.
3) Gestalten des Chorioidalpigmentes, Sitzungsber. d. Acad. zu Wien, 1869, Juliheft.

dazu als eine mangelhafte Entwickelung im äusseren Blatt der primären Augenblase zu kennzeichnen, welches sich (vergl. unten die Entwickelung der Netzhaut) zu dem Pigmentepithel der Netzhaut umwandelt. Bei der innigen Beziehung der Pigmentzellen zu den Stäbchen und Zapfen ist es unausbleiblich, dass Erweichungsprocesse in den Pigmentzellen die Stäbchen und Zapfen selbst und dadurch allmählich central vorrückend auch die übrigen Schichten der Netzhaut in Mitleidenschaft ziehen. Genauere anatomische Untersuchungen dieser ophthalmoskopisch sehr gut verfolgten Degeneration sind nur erst sparsam vorhanden. [1])

Neben dieser das Sehvermögen unaufhaltsam zu Grunde richtenden Pigmentirung scheint eine unschuldigere vorzukommen, welche in einer Entwickelung sternförmiger Pigmentzellen (pigmentirter Bindegewebszellen) in dem Stützgewebe und der Adventitia der Gefässe besteht, wie solche öfters bei Thieren vorkommt, z. B. bei Wiederkäuern von mir beobachtet wurde.

3. Die stützende Bindesubstanz der Netzhaut.

Fast alle Schichten der Netzhaut sind von einem Gewebe durchsetzt, welches neben dem bisher betrachteten Nervengewebe an vielen Stellen einen ansehnlichen Raum einnimmt, es ist die stützende Bindesubstanz. Mit derjenigen des Sehnerven zusammenhängend, [2]) stellt sie in der Netzhaut ein Gerüst sehr eigenthümlicher Art dar, verschieden nach den verschiedenen nervösen Bestandtheilen der einzelnen Schichten, welche dieses Gerüst umschliesst. Diese Bindesubstanz hat in ihrem Bau die grösste Verwandtschaft mit derjenigen des Gehirns und Rückenmarkes und wird von Virchow wie jene Neuroglia genannt. Wir bezeichnen dieselbe als spongiöse Bindesubstanz und unterscheiden in derselben die beiden Grenzmembranen Limitans interna und externa, die radialen Faserzüge als die radialen Stützfasern im Gegensatz zu den radialen Nervenfasern und die gröberen und feineren die Stützfasern verbindenden Netze, welche wegen ihrer Aehnlichkeit mit dem Gewebe eines Schwammes der ganzen Substanz den Namen gegeben haben. Die Membrana limitans interna (Limitans hyaloidea Henle) liegt der Oberfläche des Glaskörpers dicht an und ist mit derselben oft innig verwachsen, die Limitans externa scheidet die Schicht der äusseren Körner von den Stäbchen und Zapfen, und zwischen beiden ausgespannt, wie zwischen Fussboden und Decke dicht gestellte Säulen, stehen in grosser Zahl die radialen Stützfasern.

Indem diese aber in allen Schichten der Netzhaut durch seitliche Ausläufer oder Verästelungen in das zwischen ihnen liegende spongiöse Gewebe der Bindesubstanz übergehen, stellen sie selbst nur Theile dieses letzteren dar

---

1) Donders in Graefe's Archiv. Bd. III, p. 139. Schweigger-Seidel, ebenda Bd. V, 1, p. 96. Leber, ebenda Bd. XV, 1869, 3, p. 1. Eine vorzügliche ophthalmoskopische Darstellung in Liebreich's Atlas. Taf. VI, Fig. 1. Eine Ablagerung von Pigment längs der Radialfasern beobachtete Iwanoff, Graefe's Archiv. Bd. XI, 1, p. 153.

2) Vergl. Klebs, Virchow's Archiv. Bd. XIX, p. 321.

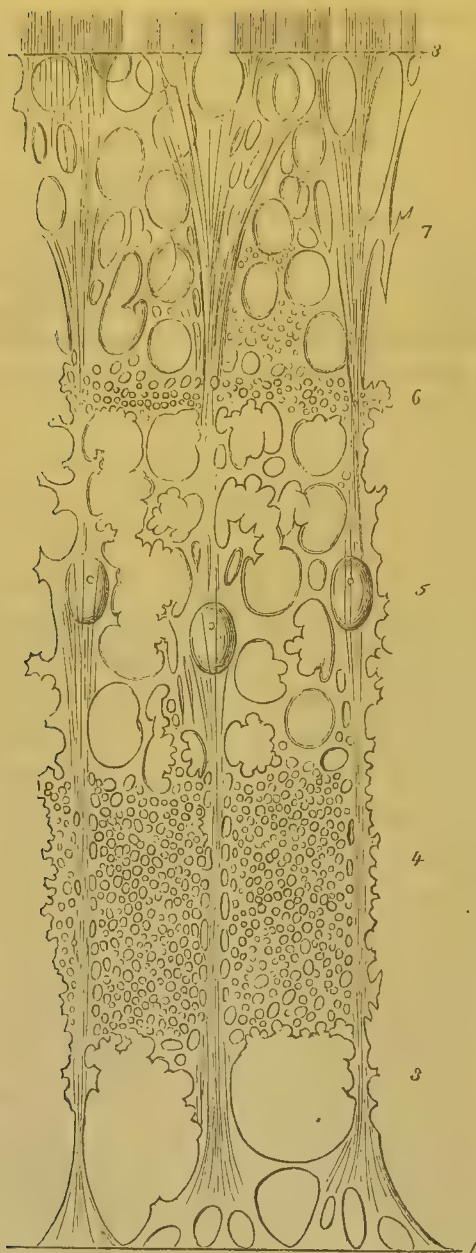


Fig. 360. Schematische Darstellung der Bindesubstanz der Netzhaut, entsprechend dem Verhalten derselben in der Nähe der Ora serrata. 1 Limitans interna, 3 Gegend der Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körner-, 6 äussere granulirte, 7 äussere Körnerschicht, 8 Limitans externa, über welche die Faserkörbe hinausragen, welche die Basen der Zapfen und Stäbchen umschliessen. Vergr. 800.

und unterscheiden sich von demselben nur durch eine etwas grössere Resistenz, welche es möglich macht, sie zu isoliren, während das fein spongiöse Netzwerk zwischen ihnen zerstört oder zerrissen wird. Dabei bleiben aber immer kleinere oder grössere Fetzen des Schwammgewebes oder wenigstens seitliche Ausläufer an den radiären Stützfasern auf kurze Strecke erhalten und bedingen die eigenthümliche, ganz charakteristische Rauhigkeit ihrer Oberfläche. Das Netzwerk aber, welches wie bei einem Schwamm nicht nur aus Fasern, sondern auch aus membranösen Platten besteht, welche Schalen und Scheiden um die nervösen Elemente bilden, ist nach den verschiedenen Schichten der Netzhaut verschieden dicht, enthält grosse Lücken zur Aufnahme der Ganglienzellen, kleinere für die inneren Körner, die feinsten für die Nervenfasern der beiden granulirten Schichten. [1] Hier lösen sich oft die radialen Fasern in dem Schwammgewebe vollständig auf, und so kommt es, dass z. B. viele derselben, welche von der Limitans interna aus durch alle Schichten zu verfolgen sind, z. B. in der äusseren granulirten Schicht auf-

1) Den abweichenden Ansichten gegenüber, welche zumal die Structur des spongiösen Gewebes der granulirten Schichten betreffen (vergl. Henle und Merkel in Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XXXIV, 1869, p. 51 u. f.), könnte ich nur wiederholen, was ich in meinen »Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, Halle 1862« p. 29, gesagt habe. Für die granulirte Substanz der Hirnrinde gebe ich gerne zu, dass unsere Methoden und Linsensysteme noch nicht ausreichen, aber die spongiöse Substanz der Netzhaut ist bei Berücksichtigung aller Cautelen mit unseren besten Immersionslinsen auch in den granulirten Schichten vollkommen klar als Netzwerk zu erkennen.

hören, [1]) die äussere Körnerschicht also nicht erreichen. Andererseits verschwinden wieder manche Radialfasern im Netzwerk der inneren granulirten Schicht, welche sich von den äusseren Schichten her verfolgen liessen, [2]) endlich kommen auch radiale Stützfasern vor, welche keine der beiden Limitantes erreichen.

Am constantesten finden sich die radialen Stützfasern in der inneren Körnerschicht. Hier enthält auch der grösste Theil derselben in seiner Substanz einen ovalen Zellenkern von homogener Beschaffenheit mit deutlichem Kernkörperchen. Von körnigem Protoplasma um den Kern pflegt Nichts sichtbar zu sein. Diese kernhaltigen Stellen der radialen Stützfasern stellen die oben erwähnte zweite Art der inneren Körner dar. Sehr regelmässig pflegen dann diese Stützfasern die Schicht der Opticusfasern zu durchsetzen, um an der Bildung der Limitans interna theilzunehmen. Hier stehen die Stützfasern meist in Reihen entsprechend der Richtung der Nervenfasern und ihrer bündelweisen Gruppirung, [3]) und gehen in abgeplattet kegelförmige Anschwellungen oder nach vorheriger Theilung, wie Wurzeläste aus einem Baumstamm, in mehrere solcher Endanschwellungen über, [4]) welche sich schliesslich zu einer an der Glaskörperseite glatten Membran, der wiederholt genannten Membrana limitans interna vereinigen. [5]) An manchen Stellen bleibt die membranöse Verbindung der Radialfaserenden aus, ein feines Fasernetz füllt dann die Lücken zwischen den abgestutzten Kegeln aus, und die Limitans ist filigranartig durchbrochen. Ein solches Bild gewähren Flächenansichten dieser Haut beim Kaninchen. Am gelben Fleck, wo die Opticusfasern als besondere Schicht fehlen und die Ganglienzellen die innere Oberfläche der Retina einnehmen, fehlen zu einer Limitans interna sich vereinende dickere Radialfaserenden. An dieser besonders weichen Stelle der Netzhaut treten überhaupt radiale Stützfasern sehr zurück. Dennoch fehlt hier eine Limitans interna keineswegs, ist vielmehr als besondere Haut leicht abhebbar und sehr resistent. In Uebereinstimmung mit den übrigen Theilen der Netzhaut erscheint dieselbe als ein dichterer membranöser Theil der stützenden Bindesubstanz, löst sich aber von ihrer Unterlage, der spongiösen Substanz zwischen den Ganglienzellen um so leichter, je grösser der Consistenzunterschied ist. Die Limitans interna ist auch am gelben Fleck an ihrer äusseren Fläche sehr deutlich rauh durch unzählige abgerissene Faserreste und bekundet so ihren Zusammenhang mit den zunächst angrenzenden Partien der Bindesubstanz, welche freilich von den reihenweis stehenden Radialfaserenden der mehr peripherischen Theile der Netzhaut sehr verschieden sind.

Ueber die Membrana limitans interna herrschen einige Meinungs-

1) M. Schultze, A. f. m. A. Taf. XIV, Fig. 6, 8 *b*, 8 *c*, 10 *b*.
2) Ebenda, Taf. XI, Fig. 13.
3) Kölliker, Gewebelehre. Aufl. 5, p. 680, Fig. 488.
4) M. Schultze, De ret. st. pen. Fig. 3.
5) Schelske in Virchow's Archiv. Bd. XXVIII, p. 482.

verschiedenheiten, welche, wie ich glaube, auf der verschiedenen Dicke und Resistenz dieser Haut an verschiedenen Stellen der Retina des Menschen und bei verschiedenen Thieren und auf ihrer häufigen Verwachsung mit dem Glaskörper beruhen. Kölliker [1]) macht darauf aufmerksam, dass die grosse Weichheit und Vergänglichkeit der Radialfasern gegenüber der Widerstandsfähigkeit der Limitans gegen eine Zusammengehörigkeit beider spreche, und betrachtet demgemäss die Limitans interna als eine Bildung für sich, welche den Glashäuten anzureihen sei. Dem gegenüber lässt sich anführen, dass auch Glashäute, wie die Elastica anterior der Cornea oder die innere der Chorioides mit ihrer Unterlage verwachsen und zugleich mit dieser und aus dieser entstanden sein können, dennoch aber wesentliche Verschiedenheiten besitzen lösenden Reagentien gegenüber. Ich vermag eine andere Art Membrana limitans interna als oben geschildert nicht zu finden, wobei ich die Zusammengehörigkeit mit der stützenden reticulären oder spongiösen Bindesubstanz in den Vordergrund stelle, die Trennbarkeit der Limitans und Verschiedenheit in der Resistenz zwischen ihr und der spongiösen Unterlage namentlich für den gelben Fleck vollständig anerkenne. Auch Henle hält die Limitans interna für eine selbständige Haut, an deren Aussenfläche sich die radialen Stützfasern mit ihren verbreiterten Enden anlegen. [2]) Er nennt sie aber Limitans hyaloidea, um anzudeuten, dass die von manchen Autoren beschriebene besondere Haut des Glaskörpers identisch mit der Limitans sei. Sehr instructiv für die Beobachtung des Zusammenhanges der Stützfasern mit der Limitans interna sind die Zustände der Wucherung der Bindesubstanz bei Atrophie der nervösen Bestandtheile der Netzhaut, wie sie z. B. von Iwanoff [3]) geschildert wurden in einem Falle, wo die Hypertrophie der radiären Fasern bis in den Glaskörper reichende circumscripte Anschwellungen erzeugte.

Die Limitans externa ist als eine isolirbare Membran nicht zu betrachten. Sie besteht ganz ähnlich der interna aus einer membranösen Verbreiterung der Radialfasern oder, wo solche als isolirbare Fasern in der äusseren Körnerschicht fehlen, der die äusseren Körner mit ihren Nervenfasern in mannigfach verschiedener Weise umhüllenden Bindesubstanz. Diese Bindesubstanz der äusseren Körnerschicht fehlt nirgends, [4]) auch nicht am gelben Fleck, wo sie neben den langen Zapfenfasern unbekannt war, bis Merkel sie als zarte, diese Fasern umhüllende Scheiden nachwies. [5])

Wo, wie bei den Vögeln, der Uebergang radialer Stützfasern aus der inneren in die äussere Körnerschicht leicht zu beobachten ist, verzweigen sich jene Fasern und bilden membranöse Kapseln um die äusseren Körner und ihre nervösen Fasern. Sind nach mässiger Erhärtung durch Zerschütteln

---

1) Gewebelehre. 5. Aufl. p. 681.
2) Eingeweidelehre, p. 658.
3) Graefe's Archiv. Bd. XI, Abth. 1, p. 141, Taf. III. und IV.
4) W. Krause's Widerspruch Membr. fenestr. p. 19.
5) Macula lutea etc. p. 7.

kleiner Netzhautpartikelchen diese Körner und mit ihnen die Stäbchen und Zapfen möglichst entfernt, so bleibt das Stützgewebe allein übrig und stellt ein System von Scheiden dar, welches nur bei Anwendung sehr starker Vergrösserungen einigermaassen verständlich wird. Die Scheiden selbst zeigen eine feine parallele Streifung als Andeutung fibrillärer Zusammensetzung und hören an der Membrana limitans externa, an deren Bildung sie sich betheiligen, noch nicht auf. Ueber die letztere ragt nämlich eine Unzahl feiner starrer Fäserchen hinaus (Fig. 360, 8), welche, in Kreise gruppirt, Faserkörbe bilden, aus denen die Zapfen herausfallen, wie oben bereits beschrieben wurde. Es gewährt ganz den Anschein, dass diese Fäserchen aus den ebenfalls faserigen Scheiden hervorgehen, welche die äusseren Körner einhüllen.[1]) Offenbar sind es Bruchstücke dieser Faserkörbe gewesen, welche ich früher (A. f. m. A. Bd. II, Taf. XI, Fig. 13) vom Huhn in einem gewissen Zusammenhang mit den Bindesubstanzscheiden der äusseren Körnerschicht abgebildet habe, und welche W. Krause beschreibt und »Nadeln« nennt[2]) und als ein constantes Element der Stäbchen- und Zapfenschicht bezeichnet. Auch Iwanoff's Abbildung einer durch suppurative Entzündung macerirten menschlichen Retina (Graefe Archiv. Bd. XV, 2, Taf. II, Fig. 2), in welcher die nervösen Elemente fast sämmtlich zu Grunde gegangen sind, und nur der Stützapparat übrig geblieben ist, wird hierher gehören.

Diese Faserkörbe, welche sich in der beschriebenen Weise isoliren lassen, scheinen bei allen Wirbelthieren wie beim Menschen vorzukommen. In wie weit sie es sind, welche sich auch auf die Oberfläche der Aussenglieder fortsetzen, bedarf weiterer Untersuchungen.[3])

Ausser den Kernen, welche innerhalb der inneren Körnerlage in den radialen Stützfasern vorkommen, finden sich solche in der stützenden Bindesubstanz auch anderer Schichten, wenn auch meist nur spärlich vertheilt, so namentlich in den beiden granulirten Schichten.[4]) Die Bedeutung derselben wächst bei solchen pathologischen Processen, welche mit einer Vermehrung der Zellen der Bindesubstanz Hand in Hand gehen. Wenn auch die Angaben über eine Vermehrung dieser Zellen durch Theilung mit Vorsicht aufzunehmen sind, so lässt sich als festgestellt betrachten, dass unter Umständen um die blassen ovalen Kerne der Bindesubstanz ein fein- oder grobkörniges, Fettkügelchen enthaltendes Protoplasma sich ansammeln, und dass die Zahl dieser Zellen gegenüber dem, was wir von denselben im normalen Zustande wissen, sehr zunehmen kann. Die Fettmetamorphose der Netzhaut beschränkt sich übrigens nicht auf die nächste Umgebung der Bindesubstanzkerne, sondern kann auch, wie z. B. bei Morbus Brightii, in zierlichen Körnchenreihen in der ganzen Länge der Stützfasern, namentlich gegen die inneren

---

1) Vergl. die Abbildung A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 4 vom Menschen.

2) Membr. fenestr. p. 6, Taf. I, Fig. 5 und 7.

3) In einem in dem VII. Bande des Archiv f. mikr. A. p. 81 erschienenen Aufsatze spricht E. Landolt auf Grund seiner Untersuchungen an Amphibien die Meinung aus, dass auch die Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen in einer der stützenden Bindesubstanz angehörenden Hülle gelegen seien.

4) Vergl. u. A. Nagel in Graefe's Archiv. Bd. VI, p. 218.

Schichten der Netzhaut hin auftreten, so dass man diese Fasern für hohl halten könnte. Auch in der äusseren Körnerschicht habe ich fettig entartete Zellen, welche ich nach der Beschaffenheit ihres Kernes für Elemente der Bindesubstanz halten musste, beobachtet, so dass wir der äusseren Körnerschicht, so dicht gedrängt auch ihre nervösen Zellen liegen, das Vorkommen von Kernen der Bindesubstanz auch im normalen Zustande nicht werden absprechen dürfen. Es ist dies wichtig für die Frage nach der ersten Entstehung gewisser Geschwülste der Netzhaut, welche Virchow Gliome nannte, [1]) um anzudeuten, dass ein wesentlicher Bestandtheil derselben mit der spongiösen Bindesubstanz (Neuroglia) übereinstimme, und von denen behauptet wird, dass sie auch von der äusseren Körnerschicht ausgehen können. [2])

Wir verdanken H. Müller die Kenntniss eigenthümlicher, beim Barsch und Kaulbarsch (Acerina cernua) in doppelter Lage vorkommender glatter sternförmiger und anastomosirender Zellen, welche der äusseren granulirten Schicht (Zwischenkörnerschicht) innen anliegen [3]) und jedenfalls keine Ganglienzellen sind. Dieselben haben sich ähnlich auch bei vielen anderen Thieren, wenn auch nicht immer so leicht isolirbar, gefunden und stellen in ihrer höchsten Entwickelung bei Fischen eine nach innen von der äusseren granulirten Schicht gelegene besondere Lage dar, welcher ich den Namen des Stratum intergranulosum fenestratum gegeben habe. [4]) Die Substanz der kernhaltigen und durch Ausläufer anastomosirenden oder wie mit dem Locheisen ausgestossenen Platten besitzt häufig die Structur netzförmig gestrickter (Plagiostomen) oder fibrillärer Bindesubstanz (Perca [5]) und hängt, wie ich gezeigt habe, mit derjenigen der radialen Stützfasern oft direct zusammen. Bei Perca fluviatilis finde ich diese gefensterte Zwischenkörnerschicht aus drei besonderen Lagen zusammengesetzt. Die Mitte nehmen die platten sternförmigen Zellen ein, welche vielfach anastomosiren, deren Ausläufer aber auch ebenso breit wie die Zellen werden können, so dass die Schicht mehr einem Netz breiter, kernhaltiger Fasern gleicht. Dieselbe wird auf der einen Fläche bedeckt von einem Netz dünner, den elastischen Fasern ähnlich sich verzweigender und durchflechtender Fasern, welche in einfacher Lage ein weitmaschiges Gewebe bilden. Auf der anderen Fläche liegt eine dünne Platte scheinbar feinkörniger, mit runden Kernen durchsetzter Substanz von grosser Zartheit, in welcher sich runde Löcher befinden.

W. Krause beschreibt neuerdings [6]) die äussere granulirte Schicht bei Mensch und Thieren als zusammengesetzt aus einer Lage platter Zellen von bedeutender flächenhafter Ausbreitung. Diese Zellen, welche mit ihren Fortsätzen anastomosiren und so eine gefensterte Membran herstellen, sollen zugleich mit den Zapfen- und Stäbchenfasern in Continuität stehen, indem deren kegelförmige Endanschwellungen in die Substanz der Zellen oder deren Ausläufer übergehen. Andererseits sollen auch die radialen Stützfasern, welche ihr eines Ende in der Limitans interna haben, in dieser gefensterten Haut endigen und niemals die Limitans externa erreichen. Die Löcher der Membrana fenestrata

---

1) Vorlesungen über Geschwülste. Bd. II, p. 158.

2) Vergl. Iwanoff in Graefe's Archiv. Bd. XV, 2, p. 84. Iwanoff geht hier offenbar zu weit, wenn er behauptet, aus der äusseren Körnerschicht könne sich kein Gliom entwickeln, denn Neuroglia, d. h. spongiöse Bindesubstanz ist, wie ich schon 1859, de retin. str. pen. bewiesen habe, unzweifelhaft in dieser Schicht enthalten.

3) Zeitschr. f. w. Z. Bd. VIII, p. 17.

4) De ret. str. pen. p. 13, Fig. 5 *f*, Fig. 6.

5) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 269.

6) Die Membrana fenestrata der Retina. Leipzig 1868, p. 7—19.

sollen aber eingenommen sein von eigenthümlichen inneren Körnern, welche nach W. Krause die Endzellen der Opticusfasern sind, mit denen Stäbchen und Zapfen also nicht mehr in Continuität gebracht werden können, da diese mit ihren Fasern in die der Bindesubstanz angehörende gefensterte Haut übergehen sollen. Mit dieser Darstellung vermag ich die Resultate meiner Untersuchungen nicht in Einklang zu bringen.

Zur Bindesubstanz der Retina sind endlich die Blutgefässe derselben zu rechnen, welche sich beim Menschen in allen inneren Schichten bis zur äusseren granulirten durch die ganze Retina, mit Ausnahme der Fovea centralis, verbreiten. Der Zusammenhang ihrer äusseren Wand mit der reticulären Bindesubstanz ist in ähnlicher Weise wie in den Lymph- und lymphoiden Drüsen zu beobachten. Wahrscheinlich kommen hier, wie His [1]) vermuthet, perivasculäre Lymphbahnen vor. Der Verlauf der Gefässe wird an einem anderen Orte geschildert werden.

4. Macula lutea und Fovea centralis.

Die bisher geschilderten Elementartheile der Netzhaut erleiden in ihrer Form und Anordnung zum Theil eine wesentliche Veränderung an der Stelle, wo beim Menschen und bei den Affen der gelbe Fleck und die Centralgrube liegen. Nahezu in der Verlängerung der Augenaxe, lateral vom Sehnerveneintritt lagert sich zwischen die Elemente der verschiedenen Schichten, mit Ausnahme der der Stäbchen und Zapfen und der äusseren Körnerschicht ein intensiv gelber Farbstoff. Das Centrum des gelben Fleckes tieft sich an der vorderen, dem Glaskörper zugewandten Fläche zur Fovea centralis aus. Der Farbstoff, welcher in dieser Grube am intensivsten ist, am Rande des gelben Fleckes allmählich verblasst, besitzt keine körnige Structur, sondern ist vollkommen hyalin und stört demgemäss die Durchsichtigkeit der Netzhaut an dieser Stelle wesentlich nur in so fern, als er einen erheblichen Theil der violetten und blauen Strahlen absorbirt, ehe dieselben die Zapfenschicht erreichen. [2]) Mit Hülfe des Browning'schen Spectralapparates habe ich die Verkürzung am violetten Ende des Spectrums unter dem Mikroskope sehr deutlich erkannt. Besondere Absorptionsstreifen habe ich bei dieser Beobachtung nicht wahrgenommen. Nach Huschke [3]) variirt die Intensität der Farbe des gelben Fleckes, welcher bei Blauäugigen heller gefunden wird als bei Menschen mit braunen Augen.

Die Netzhaut ist an der Stelle des gelben Fleckes, mit Ausnahme natürlich der Fovea centralis, dicker als in der Umgebung, aber weicher und zu Leichenveränderungen geneigter. Wahrscheinlich durch die leichtere Quellbarkeit erklärt es sich, dass sich meist sehr bald nach dem Tode diese Stelle als sogenannte Plica centralis aufwulstet. Bekannt ist, dass die dünne Mitte des gelben Fleckes sehr leicht einreisst und nun als eine Lücke in der Substanz

1) Verhandl. d. nat. Ges. zu Basel. Bd. IV, 2, p. 256.

2) Nach Preyer (Pflüger's Archiv Bd. I, p. 299) finden sich bei Maxwell die ersten bezüglichen Andeutungen. Vergl. ferner M. Schultze, Ueber den gelben Fleck der Retina. Bonn 1866.

3) Eingeweidelehre in Sömmering's Anatomie, p. 727.

(Foramen centrale) erscheint. Der hohe Grad von Weichheit und Vergänglichkeit der Substanz des gelben Fleckes erklärt sich aus dem Umstande, dass die zarteren nervösen Elemente hier an Masse weit überwiegen über die an den übrigen Stellen der Retina einen grösseren Raum einnehmenden Netze und Fasern des Stützgewebes. Es häufen sich an der Macula lutea, entsprechend ihrer physiologischen Bedeutung als empfindlichste Stelle der Netzhaut, die nervösen Elemente bedeutend an. Am ansehnlichsten verdickt erscheint dadurch die Schicht der Ganglienzellen und die innere Abtheilung der äusseren Körnerschicht, welche Henle als äussere Faserschicht bezeichnet. Dagegen fehlt eine zusammenhängende Lage von Nervenfasern unter der Limitans interna. In der percipirenden Schicht treten schon am äussersten Rande der Macula lutea die Stäbchen sehr zurück, indem ihre Stelle von Zapfen eingenommen wird, und schwinden endlich ganz. Die Zapfen aber, welche dicht gedrängt neben einander stehen, werden bis zum Rande der Fovea centralis immer dünner, so dass sie hier in ihrer Dicke Stäbchen gleichen. Hierdurch wird erreicht, dass in der Fovea eine viel grössere Zahl von Zapfen Platz findet, als auf einem gleichen Raume der Umgebung. Die Dicke der Zapfenfasern aber, welche die äussere Körnerschicht durchsetzen, ist bei den dünnen Zapfen der Fovea centralis nur wenig geringer als bei den dicken der mehr peripherischen Theile der Netzhaut. Es endigt also an jedem dünnen Zapfen der Fovea eine ähnlich grosse Zahl von Nerven-Primitivfibrillen wie an jedem dicken der Peripherie.

Die Anordnung der Zapfen des gelben Fleckes ist eine überraschend regelmässige. Sie stehen nämlich in Bogenlinien,[1]) welche in der Richtung nach dem Centrum des gelben Fleckes convergiren und eine Chagrinzeichnung hervorrufen, etwa wie sie die Rückseite vieler Taschenuhren ziert. Diese Anordnung, welche Hensen[2]) auf Grund physiologischer Betrachtungen vorausgesagt hatte, ist in voller Regelmässigkeit entwickelt, so lange die Zapfen von der Peripherie des gelben Fleckes bis zum Rande der Fovea an Durchmesser successive abnehmen. Sie macht einer unbestimmteren Bogengruppirung Platz in der Fovea selbst, wo die Zapfen auf einer Kreisfläche von circa 0,2 Mill. Durchmesser alle die gleiche Dicke haben.

Wie die Dicke der Zapfen gegen die Fovea hin abnimmt, so nimmt die Länge derselben zu. Die Aussenglieder, welche sich an den mehr peripherischen Theilen der Netzhaut zwischen den Stäbchen verstecken und die Länge der letzteren nicht erreichen, werden am gelben Fleck ebenso lang, wie die der Stäbchen waren, die sie allmählich verdrängen, und übertreffen die letzteren sogar, zumal wenn in der Fovea die übrigen Schichten der Netzhaut gegen den Glaskörper zu etwas ausweichen, gleichsam um den länger gewordenen Zapfen Platz zu machen.[3]) In einem solchen Falle fand ich die

---

1) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, Taf. XII.
2) Virchow's Archiv. Bd. XXXV, p. 403.
3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 229, Taf. XIII. Fig. 1.

längsten Zapfen über 100 Mik. lang. Auch H. Müller und Hulke haben die Zapfen der Fovea länger gefunden, als an den übrigen Theilen des gelben Fleckes. [1]) Die dünnsten Zapfen der Fovea messen an ihrer Basis im Durchschnitt 3 Mik. Dicke. Diese sind auf eine Kreisfläche von beinahe 200 Mik. Durchmesser vertheilt, welche Zahl, wie erwähnt, den Durchmesser der Fovea centralis, wenn dieser nach den kleinsten percipirenden Elementen bestimmt wird, angiebt. Ich zählte auf diesem Raum in mehreren Durchmessern an der ganz frischen menschlichen Netzhaut 50 Zapfen, alle von gleicher geringer Dicke. Hiernach berechnet, wäre jeder Zapfen beinahe 4 Mik. dick gewesen. Doch sind feine Zwischenräume zwischen den Zapfen abzurechnen. An erhärteten Präparaten fallen Messungen isolirter Zapfen leicht unter 3 Mik. aus, Henle fand an Alkoholpräparaten sogar nur 2 Mik. Welcker, dem wir sehr genaue Messungen an der ganz frischen Netzhaut eines Hingerichteten verdanken, bestimmte die Dicke der Zapfen der Fovea zwischen 3,1 und 3,6 Mik. im Mittel zu 3,3. [2]) Die langen conischen Aussenglieder spitzen sich gegen die Chorioides bis auf 1 Mik. und darunter zu. Diese sind von den Pigmentscheiden der an der Macula lutea meist dunkler als in der Umgebung gefärbten Zellen der Pigmentschicht umhüllt und ragen bis an den ungefärbten äusseren Theil dieser Zellen. Daher wird man auch beim Menschen, wie ich dies bei Thieren, zumal bei Vögeln, beobachtete, an einer noch mit unverrückten Pigmentzellen bedeckten ganz frischen Macula lutea die natürlichen Enden der Zapfen wahrscheinlich als helle Flecke, umgeben von dunklem Pigment, sehen können, wie ich dies in einer früheren Arbeit schematisch dargestellt habe. [3])

In der Grösse der äusseren Körner und der Dicke der Zapfenfasern ist, wie erwähnt, kein erheblicher Unterschied zwischen den betreffenden Theilen der Macula lutea und den peripherischen Theilen bemerkbar. Dagegen weicht der Verlauf der Zapfenfasern sehr wesentlich ab. Wie seit Bergmann's ersten bezüglichen Angaben bekannt ist, stellt sich in der äusseren Körnerschicht und namentlich in der aus dieser Schicht hervorgehenden inneren Abtheilung derselben, welche keine Zellen, sondern nur freie Fasern enthält, schon ausserhalb des Randes des gelben Fleckes ein von der radiären Richtung zur flächenhaften abweichender Faserverlauf ein, welcher mit der Verdickung der betreffenden Schicht bis zum Rande der Fovea immer schiefer, stellenweise sogar der Fläche der Retina parallel wird. Die Stäbchen und Zapfenfasern und später die Zapfenfasern allein biegen in Linien, welche rückwärts verlängert alle in der Fovea oder in der durch die Fovea gehenden verlängerten Augenaxe zusammenlaufen würden, ab und erreichen somit die

1) Hulke, Philos. transact. 1857, p. 110.

2) Zeitschr. für rat. Medicin. Bd. XX, 1863, p. 176. Andere Messungen sind zu vergleichen: M. Schultze in Reichert und du Bois Reymond, Archiv 1861, p. 784, und H. Müller in d. Würzb. nat. Zeitschr. Bd. II, 1861, p. 219.

3) A. f. m. A. Bd. II, Taf XII, Fig. 1.

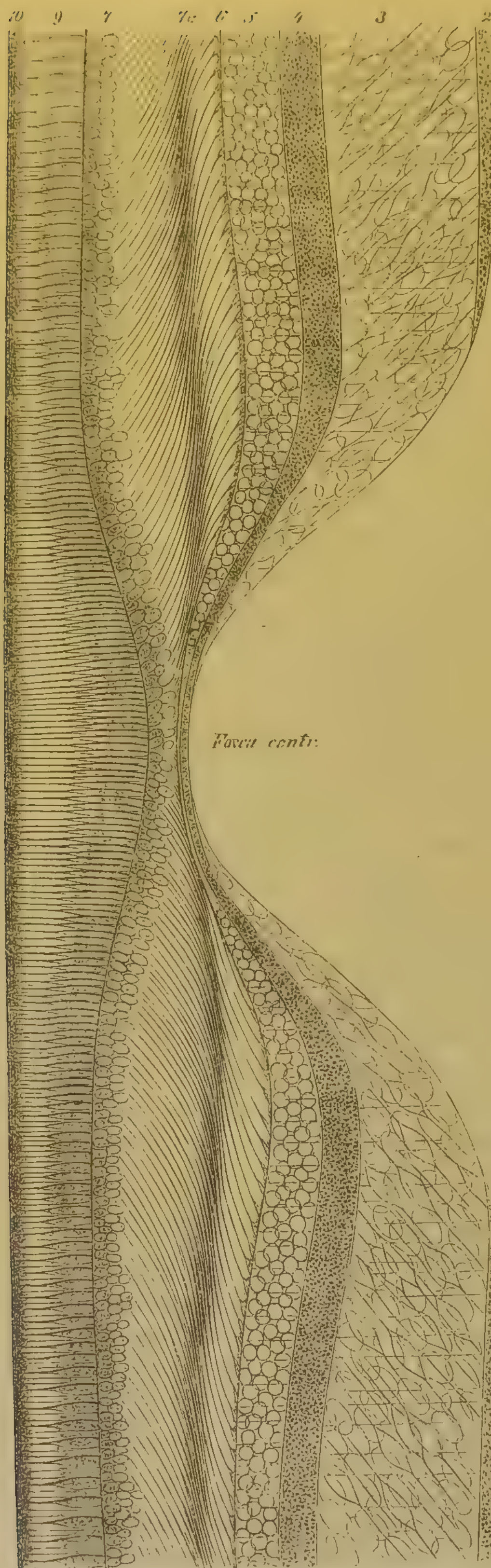


Fig. 361. Schematischer Durchschnitt durch die Macula lutea und Fovea centralis der menschlichen Netzhaut. Vergr. 110fach. 2 Opticusfasern, 3 Ganglienzellen, 4 innere granulirte, 5 innere Körner-, 6 äussere granulirte, 7 *a* äussere Faser-, 7 äussere Körnerschicht, 9 Stäbchen und Zapfen, 10 Pigmentschicht.

äussere granulirte Schicht nicht auf dem kürzesten Wege, wie dies die mehr peripherischen Fasern der äusseren Körnerschicht thun. Durch die allmählich sich so nothwendig ausbildende Verlängerung der Zapfenfasern entsteht in einem gewissen Kreise um die Fovea eine Schicht horizontal verlaufender Zapfenfasern, deren Anfang und Ende freilich radiär gestellt ist, die aber in einer gewissen Ebene wie Radien von der centralen Fovea ausstrahlen. [1]) Es findet diese Bildung in der Existenz der Fovea ihre Erklärung. An dieser schwinden alle Schichten der Netzhaut, mit Ausnahme derjenigen der Zapfen und äusseren Körner, bis auf ein Minimum. Die Zapfenfasern dieser Gegend müssen, um den Anschluss zu erreichen, nach allen Richtungen divergirend aus einander laufen. Ausserhalb der Fovea finden sie die zu ihnen gehörigen inneren Körner, innere granulirte Substanz und Ganglienzellen. Hier kommen aber aus der ununterbrochenen Zapfenschicht bereits Massen neuer Zapfenfasern, um die ihnen zukommende Verbindung aufzusuchen. Und wenn auch die Ganglienzellenschicht sich an der Macula lutea bedeutend verdickt, so ist dies doch nicht mit derjenigen der inneren Körner der Fall. Die Fasern drängen sich also nach aussen,

1) Merkel l. c. Fig. 11, Taf. I.

bis endlich ausserhalb des gelben Fleckes der rein radiäre Verlauf der Zapfen- und Stäbchenfasern sich wieder herstellt, der für die übrigen Theile der menschlichen Netzhaut wie für die Netzhäute der Thiere ohne Fovea centralis die Regel ist. Auch auf die Nervenfasern der inneren Körnerschicht kann sich der schiefe Verlauf noch ausdehnen, wie Hulke beobachtete. An Durchschnitten durch die Macula lutea und Fovea centralis fand ich einen schiefen Verlauf der Stäbchen- und Zapfenfasern im horizontalen Meridian bis 2 Mill. nach aussen jederseits von der Fovea, im vertikalen dagegen nur 1,5 Mill. weit. Nach Rud. Schirmer's Angaben über das ophthalmoskopische Bild der Macula lutea im gesunden Auge sieht dieselbe immer queroval aus, so dass sich ihr horizontaler Durchmesser zu dem verticalen wie 4 : 3 verhält.[1])

Die Ganglienzellen des gelben Fleckes sind zum grossen Theil bipolar, wie dies von verschiedenen Beobachtern, neuerdings von Merkel hervorgehoben wird.

Die Bindesubstanz ist, wie bereits oben erwähnt wurde, am gelben Fleck besonders zart und entbehrt der dickeren radialen Stützfasern. Die Membrana limitans interna dagegen wird zu einer ansehnlich festen Grenzmembran. Sie soll nach Merkel eine Dicke von 3 Mik. erreichen, verdünnt sich jedoch in der Fovea centralis wieder bedeutend. Sie löst sich ausserordentlich leicht von der zarten spongiösen Bindesubstanz, welche zwischen den Ganglienzellen liegt (vergl. oben p. 1017).

Eine Macula lutea mit Fovea centralis kommt unter den Säugethieren nur noch den Affen zu, und stimmt hier in ihrer Structur mit der des Menschen wesentlich überein.[2]) Ueber eine dem gelben Fleck im Bau ähnliche Area centralis in der Netzhaut mehrerer Säugethiere haben Remak und H. Müller[3]) Andeutungen gemacht, doch fehlen alle genaueren Angaben. Dass in der Netzhaut einiger Vögel nicht nur eine, sondern sogar zwei weit von einander entfernte Gruben vorkommen, entdeckte H. Müller,[4]) ohne jedoch Angaben über die in denselben vorkommenden percipirenden Elemente zu machen. Meinen Untersuchungen zufolge sind die percipirenden Elemente in den beiden Centralgruben des Falken Zapfen von geringerer Dicke als in der Umgebung und nur mit gelben Pigmentkugeln, nicht zugleich mit rothen versehen, wie sie in den übrigen Theilen der Netzhaut der Vögel vorkommen. Stäbchen fehlen zwischen ihnen gänzlich.[5]) Eine sehr entwickelte Fovea zeichnet die Netzhaut des Chamäleon aus, über deren feineren Bau wir genaue Angaben von H. Müller[6]) und Hulke[7]) besitzen. Wie es bei den Reptilien überhaupt die Regel zu sein scheint, finden sich in der percipirenden Schicht der ganzen Netzhaut des Chamäleon nur Zapfen. Diese sind aber in der Fovea centralis nur ein Fünftel so dick als in den peripherischen Theilen und dabei viel länger, so dass die Linie der Limitans externa sich hier von der Chorioides entfernt, ähnlich

1) Graefe, Archiv. Bd. X, 1, p. 150.
2) M. Schultze, Sitzungsber. der niederrhein. Ges. zu Bonn, Juli 1861.
3) Würzb. naturw. Zeitschr. Bd. II, 1861, p. 140.
4) Ebenda und Ueber das Auge des Chamäleon, p. 11.
5) A. f. m. A. Bd. II, p. 206.
6) Würzb. nat. Zeitschr. Bd. III, 1862, p. 10.
7) Journal of anatomy and physiology, 1866, Nr. I, p. 104.

wie ich es vom Menschen abgebildet habe. An diese Zapfen schliessen sich schief verlaufende Zapfenfasern an, ganz ähnlich den Verhältnissen in der menschlichen Netzhaut. Während aber beim Menschen die Bindesubstanz der äusseren Körner- und Zapfenfaserschicht diesen Fasern folgt, weist H. Müller beim Chamäleon eine besondere Art radiärer Stützfasern nach, welche sich mit den Zapfenfasern unter spitzem Winkel kreuzen. Die Feinheit einzelner Zapfen vom Chamäleon übertrifft nach dem, was ich an conservirten Augen dieses Thieres gesehen habe, Alles, was bei anderen Wirbelthieren von Zapfen bisher bekannt ist.

Auch bei anderen Eidechsen, bei Schlangen und Schildkröten scheint eine, wenn auch weniger auffallende Fovea vorzukommen, wie aus den Angaben von Knox und Hulke[1]) hervorgeht. Dagegen ist bei Amphibien und Fischen Nichts einer Macula lutea oder Fovea centralis Aehnliches bekannt.

Wenn ich darauf aufmerksam machte, dass der gelbe Schirm, welcher sich in der Macula lutea vor die percipirenden Elemente legt, einen wesentlichen Einfluss haben müsse auf die Menge des Violett und Blau, welches wir im Spectrum bei directem Sehen wahrnehmen (vergl. meine oben citirte Abhandlung »über den gelben Fleck der Retina, seinen Einfluss auf normales Sehen und auf Farbenblindheit«), so lag es nahe, anzudeuten, dass eine Zunahme der Intensität des gelben Pigmentes in der Netzhaut Gelbsichtigkeit oder Violettblindheit erzeugen müsse. Wenn ich dabei auch das Santonin-Rausches gedachte, so übersah ich, wie ich hier ausdrücklich hervorhebe, dass in demselben gelb gesehen wird nicht blos bei directem, sondern auch bei indirectem Sehen. Ich nehme daher meine frühere Ansicht, an welcher ich schon lange nicht mehr festhalte, zurück. Wir sehen aber noch durch einen anderen gelben Schirm, und zwar in der ganzen Netzhaut, es ist dies das engmaschige Netz der Capillargefässe der Retina, welche alle vor den percipirenden Elementen liegen, nämlich zwischen Limitans interna und äusserer granulirter Schicht. Die Menge der Strahlen des Spectrum, welche eine einzige Schicht zumal auf der Kante stehender, münzenartig gruppirter Blutkörperchen absorbirt, ist sehr bedeutend, wie die Untersuchung mit dem Browning'schen Spectralapparat lehrt. Die Hämoglobinstreifen sind sichtbar und am violetten Ende des Spectrum geht ein ansehnlicher Theil Strahlen verloren. Bei dickeren Schichten von Blutkörperchen, wie sie in den grösseren Netzhautgefässen circuliren, ist der absorbirende Einfluss natürlich noch viel bedeutender. Wenn nun auch viele Lücken in diesem Schirm von Blutkörperchen sind, durch welchen wir hindurch sehen, deren wir uns wegen der steten Augenbewegungen nicht bewusst sind, so ist das Netz von Blutgefässen, zumal wenn dasselbe aus den verschiedenen Schichten der Netzhaut in eine Ebene projicirt wird, doch ein zu dichtes, als dass die Wirkung desselben nicht in Rechnung gebracht werden müsste. Veränderungen in dem Blute, welche dessen Absorptionsvermögen gewisser Lichtstrahlen treffen, müssen daher auch ungewohnte Farbenwahrnehmungen bedingen (vergl. hier meine an Preyer gemachten Mittheilungen in Pflüger's Archiv Bd. I, p. 305).

5. Ora serrata und Pars ciliaris.

Im Gegensatz zur Macula lutea zeichnet sich die Gegend der Ora serrata der menschlichen Netzhaut aus durch ein allmähliches Schwinden der nervösen Elemente gegenüber den sich immer stärker entwickelnden der Binde-

1) l. c. p. 103 und 104.

substanz. Die radialen Stützfasern mit den sie verbindenden spongiösen Netzen sind es, welche die Hauptmasse des Gewebes an der Ora serrata darstellen und schliesslich, wenn auch in veränderter Form, die Fortsetzung der Netzhaut über die Ciliarfortsätze zu bilden scheinen, welcher eine Theilnahme an der Vermittelung von Gesichtswahrnehmungen nicht mehr zukommt.

H. Müller hat über diese Gegend bereits so gründliche Untersuchungen angestellt, [1]) dass den nachfolgenden Forschern wenig hinzuzufügen blieb. Seine Angaben lauten im Wesentlichen: »Die sämmtlichen Schichten der Netzhaut haben bis in die Nähe der Ora serrata so abgenommen, dass die Dicke derselben nur mehr 0,12 bis 0,14 Mill. beträgt. Nerven- und Ganglienkugeln sind sehr sparsam geworden, so dass sie nur ganz einzeln zwischen den inneren Radialfaserenden zu finden sind, die granulöse Schicht ist durch die überwiegende Menge der letzteren ebenfalls mehr senkrecht streifig geworden, so dass zuletzt ihre innere Grenze sich verwischt, die innere Körnerschicht besteht nur aus 2—3 wenig dicht gelagerten Reihen, und nicht selten scheinen an ihrer Stelle nur Kerne in die faserige Masse eingelagert zu sein, welche sich durch die schmale Zwischenkörnerschicht bis zu den äusseren Körnern erstreckt. Stäbchen und Zapfen sind deutlich, wenn auch etwas niedriger geworden. Ganz kurz vor der stärksten Verdünnung verlieren die Schichten der Retina ihre specifischen Eigenschaften noch mehr als zuvor und gehen in eine undeutlich senkrecht faserige Masse über, in welche zahlreiche rundliche oder ovale Kerne eingelagert sind. Nur die Stäbchenschicht ist von dieser allgemeinen Indifferenz ausgenommen, indem sie bis zuletzt eine getrennte Schicht bleibt, deren Elemente rasch etwas verkümmern, dann aufhören, worauf sofort die Reduction der noch übrigen Schichten auf eine einfache Zellenreihe zu Stande kommt, welche die Pars ciliaris darstellt, und eine unmittelbare Fortsetzung der eigentlichen Retina ist. Die Zellen gleichen im Allgemeinen einem Cylinderepithel, sind aber bei verschiedenen Thieren (H. Müller untersuchte namentlich Schwein, Ochse, Kaninchen, Tauben, Hühner auf diese Gegend) verschieden hoch (bis 0,025 Mm. beim Kaninchen)«. H. Müller hält diese Zellen für eine Fortsetzung des indifferenten Stützgewebes der Netzhaut, »wozu, wie es scheint, die inneren Enden der Radialfasern, vielleicht sammt dem Theil der inneren Körner zu rechnen sind, welcher den bei den meisten Thieren deutlich verschiedenen kernhaltigen Radialfasern entspricht.« »Auch die Form der fraglichen Zellen ist beim Menschen eine Strecke weit eine solche, dass sie nicht wohl für die epitheliale Natur der Zellen spricht. Sie sind nämlich isolirt, an den Enden häufig nicht zugerundet, sondern mit einer oder mit einigen Zacken und kurzen Ausläufern versehen, welche auch an der längeren Seite vorkommen, so dass sie der Gruppe der Bindesubstanz wohl zugehören könnten, wogegen allerdings die rundlichen Zellenformen, welche sonst vorkommen, hierfür keinen Anhalts-

2) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 91.

punkt bieten.« Kölliker [1]) vervollständigt diese Angaben in soweit, als er den allmählichen Uebergang der Zellen der Pars ciliaris aus den verkürzten Radialfasern direct wahrgenommen zu haben angiebt. Auch eine Fortsetzung der Limitans interna nimmt er hier an. Dagegen vermissen wir eine genauere Beschreibung isolirter Zellen, deren Formen, wie schon H. Müller anführt, durch Fortsätze und Zacken sehr mannigfach werden können, und von denen Klebs [2]) auf Grund seiner Untersuchungen annimmt, dass sie direct in die Fasern der Zonula übergehen können. Doch sind hier zwei Gegenden zu unterscheiden, die glatte hintere und die vordere, mit den Processus ciliares gezierte Abtheilung der Pars ciliaris, welche Schwalbe [3]) als Zone des Orbiculus ciliaris und Zone der Ciliarfortsätze bezeichnet. An beiden konnte Schwalbe eine Limitans interna isoliren, an der Zona der Ciliarfortsätze bleibt dieselbe aber beim Abheben des Glaskörpers zum Theil auf der Zonula Zinnii haften, und zwar immer an den den Thälern zwischen den Fortsätzen entsprechenden Stellen, welche ebenfalls mit den Zellen der Pars ciliaris retinae und dem Pigment bekleidet bleiben, wodurch das bekannte Bild der schwarzstrahligen Zonula entsteht. Die Limitans interna aber lässt Schwalbe nicht aus den Zellen der Pars ciliaris entstehen, wie Kölliker, sondern unterscheidet sie mit gewissen auch von Merkel [4]) gesehenen reticulären äusseren Fortsätzen, welche zwischen die Zellen der Pars ciliaris hineinreichen und den radialen Stützfasern entsprechen sollen, als Fortsetzung der Bindesubstanz der Netzhaut. [5]) Dadurch wird dann der Uebergang der Radialfasern der Retina in die Zellen der Pars ciliaris, den Kölliker für ganz sicher hält, wieder in Frage gestellt. [6])

Meinen Untersuchungen zufolge, welche an frischen menschlichen Augen angestellt wurden, die 24 Stunden oder etwas länger in verschiedenen Concentrationen von Ueberosmiumsäurelösungen conservirt waren, bieten die Zellen der Pars ciliaris ein sehr mannigfaches Aussehen. Im Allgemeinen sind sie langgestreckt prismatisch, einem hohen Cylinderepithel ähnlich. An ihrem äusseren Ende sind sie glatt abgestutzt und liegen je einer Pigmentzelle an, an ihrem inneren hören sie verbreitert oder verschmälert auf und hängen fest an der hier deutlich faserigen Oberfläche des Glaskörpers (Zonula Zinnii). Viele dieser Zellen endigen hier deutlich nach Art der radiären Stützfasern der Netzhaut, kegelförmig verbreitert oder in Aeste getheilt, deren jeder wieder abgestutzt aufhört, wie eine auf Füsschen stehende Säule. Andere zwischen diesen eingeschaltete erreichen die Oberfläche des Glaskörpers nur mit einem zugespitzten Ende oder fasern sich fein aus, so dass es den An-

1) Gewebelehre. Aufl. 5, p. 685.
2) Virchow's Archiv, 1861. Bd. XXI, p. 187.
3) Archiv f. m. A. Bd. VI, p. 326.
4) Die Zonula ciliaris. Leipzig, 1870. Taf. I, Fig. 9.
5) Ebenda, p. 303.
6) Vergl. auch die Notiz von Manfredi, Sulla struttura della parte cigliare della Retina (Gaz. med. Ital.-Lombard. Ser. VI, Tom. III, 1870).

schein gewinnt, als gingen die Enden in die Fasern der Zonula über. Einen wirklichen Uebergang habe ich aber nicht beobachtet. Die ganze Oberfläche der Zellen der Pars ciliaris ist nicht selten mit feinen Zäckchen und Rauhigkeiten besetzt, durch welche benachbarte in einander greifen. Die Substanz der Zellen ist nicht homogen, sondern äusserst fein in der Längsrichtung gestrichelt, doch nicht in Fibrillen zerlegbar. Ihr Kern ist eiförmig, hyalin, verhältnissmässig gross, sehr blass, den Kernen der radiären Stützfasern ähnlich, und lagert bald dem einen, bald dem anderen Ende näher. In der Substanz der Zellen findet sich nicht selten eine geringe Menge schwarzbraunen körnigen Pigmentes, welches sich namentlich nach aussen dichter anhäuft, so dass es zweifelhaft bleibt, ob hier noch eine besondere Pigmentzelle (der Pigmentschicht der Retina) anliegt, oder ob nicht die Pigmentzelle selbst faserartig ausgewachsen sei. Alles in Allem erscheint mir die Ansicht die richtige, dass die Zellen der Pars ciliaris den radiären Stützfasern entsprechen. Sie stimmen überein in der Natur ihrer Substanz, welche in beiden Fällen fein gestrichelt, wie fibrillär differenzirt ist, in der Gestalt und Lichtbrechung des Kernes, in dem Verhalten zu Ueberosmiumsäure, in welcher beide eine hellbräunliche Farbe annehmen, während der anliegende Glaskörper nach längerem Liegen blauschwarz wird, und endlich in der rauhen zackigen Oberfläche und der Art der Endigung am Glaskörper.

Es ist mehrfach behauptet worden, die Zapfen der menschlichen Netzhaut nehmen von der Macula lutea bis zur Ora serrata continuirlich an Zahl im Verhältniss zu der der Stäbchen ab. Dem ist nicht so, wie ich bereits früher hervorgehoben habe. [1]) Die Vertheilung der Stäbchen und Zapfen bleibt von einer gewissen, den gelben Fleck umkreisenden Linie bis zur Ora serrata die gleiche, so dass immer etwa 3—4 Stäbchen in kürzester Entfernung zwischen je zwei Zapfen liegen. An der Ora serrata nimmt plötzlich die Zahl der Stäbchen ab, es treten leere Stellen zwischen den Zapfen auf. Diese selbst, welche an Zahl zuzunehmen scheinen, werden bei der Flächenansicht unregelmässig verzogenen Kreisen ähnlich, verlieren ihren Glanz und verschwinden endlich scheinbar in dem Gewebe der Pars ciliaris. Die Längendimensionen der Zapfen und Stäbchen in der Gegend der Ora serrata sind geringer als im Hintergrunde oder Aequator des Auges, wie schon H. Müller bemerkte. [2]) Aehnliches beobachtete Merkel beim Menschen, Rind, Huhn und Hecht.

Eine sehr merkwürdige und mit Atrophie des Nervengewebes an der Ora serrata zusammenhängende Abweichung vom Normalen stellt der Zustand dar, welchen Iwanoff und ich Oedem der Netzhaut genannt haben, und welchem Letzterer neuerdings eine ausführliche Arbeit gewidmet hat. [3]) Nach

1) A. f. m. A. Bd. II, p. 225, Taf. XII, Fig. 3 und 4.

2) Vergl. M. Schultze, A. f. m. A. Bd. V, Taf. XXII, Fig. 5 vom vorderen Rande, Fig. 14 aus der Gegend des Aequators, Fig. 11 vom gelben Fleck des Menschen.

3) Graefe, Archiv, 1869. Bd. XV, 2, p. 88.

Merkel[1]) und Iwanoff vorzugsweise bei alten Leuten vorkommend, daher als senile Metamorphose zu betrachten[2]), ist derselbe charakterisirt durch die Bildung mit seröser Flüssigkeit gefüllter Lücken, welche unter einander zusammenhängend die Netzhaut nicht unerheblich auftreiben können und zu einer Atrophie des Nervengewebes an den betreffenden Stellen führen, die radialen Stützfasern aber auf säulenartige Bündel zusammendrängen, welche zwischen den beiden Limitantes oder der Limitans interna und der äusseren granulirten Schicht ausgespannt stehen bleiben. Von H. Müller ausgezeichnet beschrieben,[3]) aber mit dem Zusatz, dass er die Abweichung für eine postmortale Veränderung halten zu müssen glaube, wurde sie zuerst abgebildet von Blessig[4]) und von Henle als ein häufiges Vorkommen geschildert.[5]) An Querschnitten solcher oedematöser Stellen der Netzhaut sieht man Lücken im Bereich der Körnerschichten oder bei hochgradiger Degeneration von der Limitans externa bis zur interna reichend, begrenzt durch Säulen zusammengedrängter Radialfasern, in denen viele Kerne eingeschlossen liegen, und welche in der Nähe der Grenzmembranen in Bogen in einander übergehen. Die Entartung kommt übrigens nicht ausschliesslich an der Ora serrata vor. Ich selbst beobachtete einen Fall, wo in der Gegend des Aequators des Auges eine erbsengrosse Stelle der Retina zu einer prominirenden Geschwulst ausgedehnt war, welche sich auf dem Querschnitt als ein hochgradiges, auf diese Stelle beschränktes Oedem zu erkennen gab. Die Dicke der Netzhaut betrug hier 1 Millimeter. Stäbchen und Zapfen, welche bei niederen Graden von Oedem unverändert scheinen, pflegen an stark aufgetriebenen Stellen zu fehlen.[6]) Merkel beobachtete die oedematöse Schwellung auch bei alten Hunden.

6. Entwickelung der Netzhaut.

Zur Bildung der Netzhaut liefert das embryonale Gehirn eine blasige Ausstülpung, die primitive Augenblase, welche sehr bald nach ihrer Entstehung unter gleichzeitiger Entwickelung der Linse zu einem doppeltblätterigen Becher umgewandelt wird. Dies geschieht beim Hühnchen schon am Ende des zweiten Brüttages. Die beiden Blätter der primitiven Netzhaut, welche aus der Augenblase entstanden ist, sind anfänglich an Dicke gleich, aber bald nimmt das vordere Blatt, welches an den Glaskörper grenzt, an

---

1) Macula lutea etc. p. 17.

2) Iwanoff, der eine grosse Zahl von hierher gehörigen Fällen beobachtete, sah das Oedem bei 50 Augen von Erwachsenen zwischen 20 und 40 Jahren nur 6 Mal, dagegen bei Greisen von 50—80 Jahren in 48 Augen 26 Mal.

3) Z. f. w. Z. Bd. VIII, p. 71.

4) De retinae textura. Dorpat, 1855, Fig. 3, p. 47.

5) Eingeweidelehre, p. 669.

6) Vergl. Iwanoff l. c. Taf. IV und V, Fig. 11 und 12.

Dicke bedeutend zu, während das hintere zurückbleibt.[1]) Ersteres besteht am 5. Tage der Bebrütung aus sehr zahlreichen kleinen spindelförmigen Zellen, welche senkrecht zur Oberfläche stehen, letzteres aus einer einzigen Lage kurzer prismatischer Zellen, in denen sich dunkles Pigment ablagert. Remak glaubte hierin neben der ersten Anlage der Retina auch die der Chorioides zu erkennen. Aber durch Kölliker[2]) und spätere Forscher[3]) ist nachgewiesen, dass die Entwickelung des pigmentirten Bindegewebes und der Blutgefässe der Chorioides unabhängig von der pigmentirten Schicht der primären Augenblase vor sich geht. Das hintere Blatt der letzteren wird ausschliesslich zum Pigmentepithel der Retina, während das vordere Blatt die übrigen Schichten dieser Haut bildet. Am spätesten erscheinen Stäbchen und Zapfen. Vor der Entwickelung derselben ist die embryonale Netzhaut durch eine Limitans externa gegen das Pigmentepithel sehr scharf abgegrenzt. Dieselbe ist viel deutlicher als die Limitans interna auf gleichen Stadien der Entwickelung. Sie entspricht der Lage nach, da sie der Höhle der primitiven Augenblase zugekehrt ist, der inneren Oberfläche der Hirnventrikel[4]), welche ich an Embryonen gleichen Alters von einer ganz ebenso scharf begrenzten Haut bedeckt finde. Dieselbe entsteht durch eine kegelförmige Verbreiterung senkrecht zur Oberfläche gestellter Fäserchen und Spindelzellen, deren abgestutzte Enden in eine Ebene fallen und membranartig eng zusammenschliessen. Es ist eine vollkommen gleiche Bildung in der Netzhaut und in den Hirnventrikeln. Von einer epithelialen Bekleidung ist zu jener Zeit an beiden Orten nichts vorhanden.

Während sich nun beim Hühnchen zur Zeit des 7.—10. Tages der Bebrütung in dem anfänglich in der ganzen Dicke gleichmässigen Gewebe der (vorderen) Netzhaut eine sehr deutliche Schichtung ausbildet, bestehend in der Differenzirung einer inneren Faserschicht, der beiden granulirten Schichten und der Ausbildung deutlicher Grössenunterschiede der Zellen in den verschiedenen Schichten der Körner und Ganglienzellen, sprossen nach hinten über die Limitans externa hinaus in Form kleiner halbkugeliger Höckerchen von sehr geringem Durchmesser und homogener Beschaffenheit die Anfänge der Stäbchen und Zapfen hervor. Indem dieselben an Länge und dabei auch an Dicke zunehmen, bildet sich erst das Innenglied und erst später das Aussenglied. Dabei wachsen sie in die Pigmentepithelzellen des hinteren Blattes der Netzhaut hinein, welche ihrerseits die Pigmentscheiden bilden.

---

1) Vergl. Remak, Entwickel. d. Wirbelthiere, p. 35, Taf. V, Fig. 60. Hensen, Virchow's Archiv. Bd. XXX, p. 181, und meine ausführliche Darstellung der Entwickelung der Netzhaut beim Hühnchen, Archiv f. m. A. Bd. II, p. 239, Taf. VIII.

2) Entwickelungsgeschichte, 1861, p. 288, für Säugethiere.

3) Babuchin, Würzb. nat. Zeitschr. Bd. IV, 1863, p. 71, für Säugethiere, Huhn und Frosch. M. Schultze l. c., für das Hühnchen und für Säugethiere. Schenk, Sitzungsber. der Acad. zu Wien, 1867. Aprilheft. Betrifft Fische. Vergl. auch Hensen, A. f. m. A. Bd. II, p. 421.

4) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 265.

In den Zapfen entstehen am 18. Tage der Bebrütung bereits farbige, aber anfänglich sehr kleine rothe, und dann gelbe Oelkugeln, so dass die Netzhaut des aus dem Ei kriechenden Hühnchens bereits mit vollkommen entwickelten percipirenden Elementen versehen ist, welche wohl noch in die Länge und Dicke wachsen, aber an Zahl vielleicht nicht mehr zunehmen. Bemerkenswerth ist noch, dass beim Hühnchen Stäbchen und Zapfen von vornherein als wohl unterscheidbare Gebilde auftreten, und dass die Zapfen, welche anfänglich an Durchmesser hinter den Stäbchen sehr zurückstehen, gleich nach dem Auskriechen bedeutend dicker werden und mit ihren gefärbten Kugeln später einen verhältnissmässig viel grösseren Raum einnehmen, als früher.

Ueber die Beziehung der sich entwickelnden Stäbchen und Zapfen zu den äusseren Körnern giebt uns Babuchin durch seine Untersuchungen über die Netzhaut der Froschlarven Aufschluss [1]. Die relative Grösse der Elementartheile erlaubt hier ganz sicher zu beobachten, dass es ein Auswachsen der Substanz der äusseren Körner ist, welchem die Stäbchen und Zapfen ihre Entstehung verdanken. Während Stäbchen und Zapfen beim entwickelten Frosch sehr verschieden aussehen, soll dieser Unterschied aber nach Babuchin während der Entwickelung anfänglich wenig deutlich sein.

Diesen Beobachtungen über die Entwickelung der Stäbchen und Zapfen aus dem vorderen Blatte der primären Augenblase schliessen sich auch Schenk's Angaben für die Fische an. Man kann den Vorgang, insofern es sich dabei um einseitige Zellenausscheidung einer vom Protoplasma verschiedenen Substanz handelt, wie es wenigstens bei den Aussengliedern und den lichtbrechenden Körpern der Innenglieder sicher der Fall ist, demjenigen der sogenannten Cuticularbildungen anreihen. [2]

Wie beim Hühnchen vor dem Auskriechen die Stäbchen und Zapfen bereits entwickelt, wenn auch von geringerer Dicke sind, als beim erwachsenen Thiere, so ist es auch beim Menschen zur Zeit der Geburt und bei vielen Säugethieren, z. B. den Wiederkäuern. Stäbchen und Zapfen sind beim neugeborenen Kind wie beim neugeborenen Kalb wohl entwickelt und in Innen- und Aussenglied getrennt, doch viel dünner und auch kürzer als beim Erwachsenen. Anders ist es bei den blindgeborenen Jungen von Kaninchen und Katze. Hier entwickeln sich die percipirenden Elemente erst nach der Geburt. [3] Sei es, dass zur Zeit der Geburt die Limitans externa noch ganz glatt ist, sei es, dass die ersten Andeutungen von Stäbchen und Zapfen in Form rundlicher Höckerchen über die Grenzmembran vorspringen, die Aus-

---

1) l. c. p. 77.

2) Hensen vertrat eine Zeit lang die Meinung, dass sich die Stäbchen oder doch ein äusserer Theil ihrer Substanz gleichzeitig mit dem Pigment aus dem äusseren Blatte der primären Augenblase entwickeln (Virchow, Archiv. Bd. XXX, p. 181, und A. f. m. A. Bd. II, p. 421), hat dieselbe jedoch neuerdings aufgegeben (ebenda Bd. IV, p. 349).

3) M. Schultze, A. f. m. A. Bd. II, p. 246, ebenda Bd. III, p. 373. Steinlin, Anat. der Retina. St. Gallen, p. 99.

bildung deutlich stäbchenförmiger Elemente erfolgt erst einige Tage nachher, und verläuft wie beim Hühnchen, so dass sich erst das Innenglied und dann das Aussenglied bildet. Von letzterem treten am 5.—6. Tage nach der Geburt die ersten deutlich erkennbaren Plättchen auf. Am 9. Tage, also zu der Zeit, wo sich die Augenlider öffnen, beträgt die Länge der Aussenglieder beim Kätzchen kaum mehr als 4 Mik., während dieselben beim erwachsenen Thier über 17 Mik. lang sind. Aehnlich ist das Verhältniss beim Kaninchen. [1]) Dabei nimmt nicht die Dicke der Plättchen, sondern nur deren Zahl zu. [2]) Zu welcher Zeit vor der Geburt beim Menschen die Entwickelung der Stäbchen und Zapfen aus der äusseren Körnerschicht beginnt, ist nicht genau bekannt. Bei einem Embryo von 24 Wochen, welcher ganz frisch in meine Hände kam, fand ich die M. limitans interna noch ganz glatt. Ritter meint schon bei jüngeren Embryonen wohl entwickelte Stäbchen gesehen zu haben. [3])

Die Netzhaut reicht in der ersten Zeit ihrer Bildung bis über den Rand der Linse nach vorn. Durch eine verschiedene Entwickelung ihrer verschiedenen Abschnitte entsteht die eigentliche Netzhaut, die Pars ciliaris derselben und endlich das hinter der Iris liegende Pigment, welches nur von einem Rudiment des aus dem inneren Blatte der primären Augenblase hervorgegangenen Gewebes, von der, wie es scheint, variabeln sogenannten Fortsetzung der Limitans interna überzogen wird. Indem während der Entwickelung der Netzhaut die Lage der embryonalen Augenspalte durch einen pigmentlosen Streifen bezeichnet wird, welcher über die ganze Ausdehnung der Netzhaut von hinten nach vorn reicht [4]), ist die Anlage zu dem an dieser Stelle nicht selten als Hemmungsbildung (Coloboma) persistirenden Pigmentmangel gegeben, welcher ebenso gut das Pigment hinter der Iris wie das vor der Chorioides treffen kann. Das Colobom ist, wie schon Schöler [5]) richtig hervorgehoben hat, ursprünglich eine Bildungshemmung der Retina und nicht der Chorioides. [6]) In wie weit das Gewebe der letzteren Haut und der Iris,

---

1) M. Schultze l. c. Bd. III, p. 375.

2) W. Krause's Widerspruch Membr. fenestr. p. 33. Ich erlaube mir auch hier hervorzuheben, dass sichere Ergebnisse über die Entwickelung von Stäbchen und Zapfen nur an Umschlagsrändern absolut frischer in Humor aqueus oder Jodserum präparirter Netzhäute zu gewinnen sind, und dass sich alle meine Angaben auf solche Präparate stützen. W. Krause legt die Augen des jungen Kaninchens in Kali bichromicum und findet, dass sich an solchen ausserordentlich leicht die Existenz von Stäbchen und Zapfen darthun lasse zu einer Zeit, wo ich dieselben im frischen Zustande vermisse.

3) Graefe, Archiv. Bd. X, 1, p. 75; 2, p. 142. Die Structur der Retina etc. p. 32 u. 52.

4) Vergl. A. f. m. A. Bd. II, Taf. VIII, Fig. 7.

5) De oculi evolutione. Diss. inaug. Mitau 1849.

6) Die Fovea centralis als einen Rest der fötalen Augenspalte anzusehen, verbietet, wie neuerdings Hensen (A. f. m. A. Bd. IV, p. 350) hervorhebt, ihre Lage. Dagegen nimmt das Pecten der Vögel, und was bei Reptilien und Fischen demselben entspricht, die Gegend dieser Spalte ein, indem dasselbe aus einer Wucherung der Chorioides in diese Spalte hinein entsteht. (Schenk, Wiener Sitzungsber. 1867).

abgesehen von dem Pigmentepithel, an dem häufig vorkommenden Colobom Theil nimmt, ist aus den zahlreichen und genauen ophthalmoskopischen Untersuchungen dieser Hemmungsbildung zu entnehmen. Jedenfalls liegen hier noch unbekannte Beziehungen der Entwickelung des Pigmentepithels aus dem äusseren Blatte der primären Augenblase zu der Entwickelung des Chorioidealgewebes vor.

II.

Tunica vasculosa.

Von

Prof. A. Iwanoff.

Die Tunica vasculosa oder Tunica uvea bildet die innere Auskleidung der Sclerotica, indem sie sich zwischen letztere und die Retina einschiebt. In der Entfernung von 1 Mm. vom Cornealrande biegt sie steil nach der Augenaxe um, lagert sich auf die vordere Fläche der Linse und bildet mit diesem senkrecht umgeschlagenen Theile die hintere Wand der vorderen Augenkammer.

Der rückwärtige Theil der T. vasculosa, welcher die Sclerotica auskleidet, wird Gefässhaut Choroidea genannt; ihren vorderen Theil, schon im Auge während des Lebens hinter der durchsichtigen Hornhaut sichtbar, und in der Mitte mit einer Oeffnung, der Pupille, versehen, nennt man die Regenbogenhaut, Blendung, Iris.

Diese beiden Häute tragen die gemeinsame Benennung Tunica vasculosa aus dem Grunde, weil beide einen grossen Gefässreichthum aufzuweisen haben, und weil die Gefässe beider in einem innigen Zusammenhange unter einander stehen. Die zweite gemeinsame Benennung für Choroidea und Iris »Tunica uvea« gab man ihnen wegen einer entfernten Aehnlichkeit mit der Hülse einer dunklen Weinbeere, an der das Loch für den Stengel der Pupille entsprechen soll (Brücke [1]). Jetzt belegen übrigens viele Anatomen mit dem Namen Uvea im Besonderen die Pigmentschichte, welche die hintere Fläche der Regenbogenhaut austapezirt.

I. Die Choroidea stellt eine dünne (0,08—0,16 Mm. im Durchmesser), gefässreiche Hülle vor, welche an zwei Stellen mit der Sclerotica fester zusammenhängt: hinten, an der Eintrittsstelle des Opticus, wo ihre inneren Schichten in einen Ring übergehen, der die durchtretende Sehnervenmasse umfasst, und von welchem dünne Fäden in den Nerven selbst eintreten (H. Müller) [2], und

---

1) Anatom. Beschreibung des menschlichen Augapfels 1847, S. 2.

2) Anatomische Beiträge zur Ophthalmologie. Arch. f. Ophth. Bd. II, Abth. 2, S. 24.

vorne an der Uebergangsstelle der Sclerotica in die Hornhaut (ringförmige Sehne des Ciliarmuskels). Ueberdies werden diese zwei Häute unter einander noch durch Arterien und Nerven, welche die Sclerotica durchbohren, um in die Choroidea einzutreten, und durch Venen, die den umgekehrten Weg einschlagen, verknüpft.

Die äussere, der Sclerotica zugewendete Oberfläche ist braun gefärbt und faserig; nach vorne, an der Befestigungsstelle zwischen Choroidea und Sclerotica, bemerkt man an ihr eine ringförmige graue Verdickung in der Breite von 3—4 Mm., welche den vorderen Theil der Gefässhaut umkreist — den Ciliarmuskel.

Die innere Oberfläche der Choroidea ist der Retina zugekehrt und bis zur Ora serrata mit ihr sehr lose verbunden, in jedem Falle jedoch so, dass die ganze, äussere Schichte der Netzhaut (nämlich die pigmentirte Epithelialschichte) in der Mehrzahl der Fälle an ihr hängen bleibt, was die Veranlassung war, dass man diese Schicht bisher als der Gefässhaut zugehörig betrachtete. Von der Ora serrata angefangen, verbinden sich diese Häute noch inniger, indem von hier aus die Pigmentschichte als Verbindungsmittel zwischen dem Ciliartheil der Retina und der Choroidea bedeutend zunimmt, wesshalb auch an dieser Stelle die Ablösung der Netzhaut von der Choroidea nicht immer, und das nur theilweise, gelingt. Entfernt man das Pigment, so erscheint die innere Oberfläche der Choroidea bis zur Ora serrata vollkommen glatt, von grauer Farbe; hinter der Ora serrata wird ihre Oberfläche rauh, vorn erscheint auf ihr eine Reihe in meridionaler Richtung geordneter, durch tiefe Zwischenräume abgesonderter, Erhabenheiten — die sogenannten Ciliarfortsätze, Processus ciliares.

Die Ciliarfortsätze, 70—80 an der Zahl, haben das Aussehen einer regelmässig gefalteten Krause, und indem sie sich allmählich nach vorn erheben, reichen sie mit ihren Zacken bis zum Ciliarrande der Iris. Ihre gesammte innere Oberfläche, alle auf ihr befindlichen Falten, bis zu ihrer vorderen Grenze, sind mit einer dicken Lage Pigment und mit Zellen des Ciliartheiles der Retina (Pars ciliaris retinae) bedeckt.

Der vordere Theil der Choroidea, angefangen von der Ora serrata, in Gemeinschaft mit den Ciliarfortsätzen und dem Ciliarmuskel wird Corpus ciliare genannt.

Der vordere Theil der Choroidea hat schon lange seine besondere Benennung. So nennt ihn Vesal Tunica ciliaris, später unterschieden die Anatomen an dieser T. ciliaris noch eine Pars plicata und non plicata. Falopius war der Erste, welcher diesen Theil der Choroidea Corpus ciliare genannt hat. Henle nennt nur den vordersten Theil der Choroidea Corpus ciliare einschliesslich die Ciliarfortsätze und den Ciliarmuskel; die zwischen Ora serrata und Corpus ciliare gelegene Zone nennt er Orbiculus ciliaris, ohne damit zu behaupten, dass zwischen dem Corpus ciliare und dem Orbiculus ciliaris eine bestimmte Grenze zu ziehen sei. Luschka beschreibt unter dem Namen Corona Ciliaris jenen Theil der Gefässhaut, welcher mit der Zonula Zinni verbunden ist und sich von der Ora serrata bis über den Rand der Linse

hinaus erstreckt; den Ciliarmuskel nennt er Annulus ciliaris. Wir glauben, dass es im Interesse des leichteren Verständnisses der gebräuchlichen Terminologie von Nutzen wäre, schliesslich bei irgend einer Benennung Halt zu machen, selbst wenn darin auch nicht alle anatomischen Besonderheiten dieses Theiles der Choroidea Ausdruck finden sollten. Wir wählten die Benennung Corpus ciliare nicht deshalb, weil wir sie etwa für die beste hielten, sondern desshalb, weil sie am meisten Verbreitung gefunden; in diesem Sinne braucht auch Kölliker in seinem Handbuche die Benennung Corpus ciliare, ebenso wie H. Müller in allen seinen Abhandlungen über das Auge.

Den Hauptbestandtheil der Choroidea bilden die Gefässe; aus diesem Grunde hat man ihr schon von Alters her einen grossen Einfluss auf die Ernährung des Auges zugeschrieben. Dieser Gefässreichthum bedingt auch ohne Zweifel den äusserst wichtigen Antheil, den sie an den verschiedenen intraocularen pathologischen Processen nimmt.

Einen anderen, für die Functionen des Auges wichtigen Bestandtheil dieser Haut bilden die glatten Muskeln, von denen der grösste Theil im Corpus ciliare eingelagert ist, die jedoch auch der hinteren Abtheilung der Choroidea nicht fehlen.

Schliesslich ist die Gefässhaut auch reichlich mit Nerven versehen.

Alle diese Bestandtheile sind unter einander durch ein Stroma verbunden, welches sich in der Choroidea durch eine grosse Anzahl sternförmiger Pigmentzellen scharf charakterisirt.

An der Choroidea unterscheidet man gewöhnlich folgende fünf Schichten: die Pigmentschichte, die Glashaut, die Membrana choriocapillaris, die Schichte der gröberen Arterien und Venen und schliesslich die Membrana suprachorioidea. Die Pigmentschicht muss in Folge ihrer Entwickelung aus der äusseren Lamelle der secundären Augenblase zur Netzhaut beigezählt werden, so dass dann für die Gefässhaut eigentlich nur 4 Schichten übrig bleiben. Da die Trennung der Choroidea in die 4 Schichten keine histologisch-topographisch begründete ist, so werden wir bei unserer Beschreibung uns nicht an sie halten.

1. Glashaut, Glaslamelle, Lamina vitrea (F. Arnold) [1]), elastische Lage (Kölliker) [2]), Basalmembran (Henle) [3]) ist zum ersten Male von Bruch [4]) beschrieben und Membrana pigmenti benannt worden. Sie stellt im hinteren Abschnitte der Choroidea eine sehr dünne (0,0006 — 0,0008 Mm.), scheinbar structurlose oder leicht faserige (Kölliker) Hülle dar, welche ohne Anwendung künstlicher Mittel untrennbar mit dem Stroma der Choroidea verbunden bleibt. Ihre dem pigmentirten Epithel zugewendete Oberfläche ist bis zur Ora serrata vollkommen glatt. Die Einwirkung von Kali und Schwefelsäure lässt an ihr Falten zum Vorschein treten, weil die gleichzeitige Wirkung dieser Reagentien auf die Glashaut und die mit ihr verbundenen, äusseren

---

1) Anatomie II. S. 1020.
2) Handbuch der Gewebelehre 1867. S. 661.
3) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen 1866. II. Bd. S. 620.
4) Körniges Pigment 1844.

Schichten der Choroidea eine verschiedene ist. Da nun bei länger andauernden Wirkung dieser Reagentien ein Theil des der Glashaut anhängenden Stromas langsam zu Grunde geht, so löst sie sich nach der Behandlung mit concentrirten Alkalien und Säuren manchmal in einzelnen Fetzen ab. Legt man die Choroidea auf längere Zeit in eine 10 % Kochsalzlösung, so tritt die faserige Structur der Glashaut merklich hervor; aber selbst nach dieser Behandlung gewahrt man keine Kerne darin. Die von Bruch und Henle in der Glashaut beschriebenen Kerne gehören unzweifelhaft den Capillaren zu.

In dem vorderen Theile der Choroidea, im Corpus ciliare, verändert die Glashaut ihre Eigenschaften in hohem Grade. Sie ist hier blässer, dicker und verhält sich weniger indifferent gegen die Einwirkungen der Alkalien und Säuren. Sie verliert hier ihre Glätte, auf ihrer inneren Oberfläche erscheinen mikroskopische Vertiefungen und Erhabenheiten, welche das sogenannte Reticulum des Ciliarkörpers bilden (H. Müller[1]). Dieses Reticulum wird aus kleinen unter einander anastomosirenden Erhabenheiten gebildet, welche netzförmig die Vertiefungen, in welchen Pigment eingelagert ist, einschliessen. Die Maschen dieses Reticulums sind desto kleiner, je weiter sie von der Ora serrata entfernt liegen. Die netzförmige Structur der Glashaut kann bis zur Iris verfolgt werden.

2. Die Gefässe der Choroidea bilden, wie bereits erwähnt, zwei Schichten: Die choriocapillare Lage, bekannt auch unter dem Namen der Membrana Ruyschiana (diese Lage erstreckt sich nur bis zur Ora serrata), und die Schicht, welche aus stärkeren Arterien- und Venenstämmchen zusammengesetzt und auch unter der Benennung Tunica vasculosa Halleri erwähnt wird. Die Ramification dieser Gefässe wird gesondert abgehandelt werden; hier mögen nur einige Bemerkungen über etliche Besonderheiten ihrer Structur Platz finden.

Die Capillaren sind so innig mittelst eines sehr dünnen bindegewebigen Stromas mit der Glashaut verbunden, dass ihre Trennung nur nach Anwendung von Reagentien, die das Stroma auflösen, gelingt.

In ihrer Structur unterscheiden sich die Wände der Capillaren durch Nichts von den Capillaren anderer Gebiete des menschlichen Organismus; entgegen Henle's Meinung enthalten ihre Wände Kerne, und diess nicht nur bei jungen Individuen, wie H. Müller angiebt, sondern auch in hohem Alter. Bei Greisen sind die Kerne nur etwas atrophirt, werden platter, während sich gleichzeitig die Gefässwände verdicken, wodurch ihre Beobachtung schwieriger wird.

Manchmal sieht man in den Augen anscheinend ganz Gesunder längs der Capillarwand lange Zellen eingelagert, von welchen dünne, nur beim Gebrauche starker Vergrösserungen bemerkbare, Fortsätze zur Wand ziehen; aber diese Zellen und ihre zu einem Netz verbundenen Ausläufer werden ausgezeichnet scharf sicht-

1) Arch. f. Ophth. Bd. II, 2. Anatomische Beiträge zur Ophthalmologie.

bar bei der Entzündung der Choroidea. In solchen Fällen erstrecken sich übrigens diese Fortsätze auch in die Zwischenräume der Capillaren.

Die Arteriae ciliares breves zeichnen sich durch eine mächtige Entwickelung ihrer Ringmuskeln aus. Ausserdem liegen noch zu beiden Seiten derselben längsgerichtete Bündel glatter Muskelfasern (H. Müller [1]), deren Menge individuell sehr verschieden ist. Auch die Dicke der Muskelbündel ist nicht zu beiden Seiten des Gefässes gleich gross. Die glatten Muskeln begleiten die Aeste der kurzen Ciliararterien nur in dem hinteren Theile der Choroidea, je weiter nach vorn in der Richtung zur Ora serrata, desto seltener werden sie. Muskeln, in dünne Bündel geformt, findet man auch, frei gelagert, im Stroma der Choroidea zwischen den Gefässen zerstreut.

3. Die Hauptmasse der glatten Muskelfasern der Choroidea ist im vordersten Theile dieser Haut eingebettet, es ist diess der Ciliarmuskel (Tensor, Choroideae, Brücke).

Der Ciliarmuskel (Fig. 362) präsentirt sich in Form eines dreieckigen Prismas, das in einen Ring zusammengebogen, und dessen scharfe Kante nach hinten gekehrt ist. Seine Lage ist im vorderen und äusseren Theile des Ciliarkörpers. Von der Sclerotica ist der Ciliarmuskel durch eine dünne Lamelle, Lamina fusca, vom Pigmente, welches die innere Oberfläche der Ciliarfortsätze auskleidet, durch Bindegewebe geschieden. Am meridionalen Durchschnitte zeigt der Ciliarmuskel die Form eines rechtwinkeligen Dreieckes, dessen kürzeste Seite nach vorn gekehrt ist und mit der äusseren einen rechten Winkel bildet. Die Dicke des Muskels = 0,8 Mm.

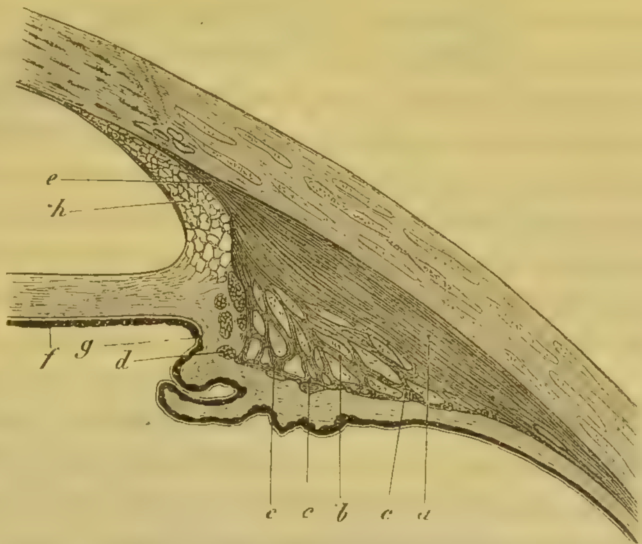


Fig. 362. Durchschnitt der Ciliargegend eines Menschenauges. *a* Meridionale Muskelbündel des Musc. ciliaris. *b* Tiefere strahlenförmig verlaufende Bündel. *c c c* Circuläres Geflecht. *d* Müller'scher Ringmuskel. *f* Muskelplatte an der hinteren Irisfläche. *g* Muskelplexus am Ciliarrand der Iris. *e* Ringförmige Sehne des Musc. ciliaris. *h* Ligam. pectinatum.

Der grössere Theil des Muskels wird aus meridionalen (Fig. 362 *a*) Bündeln zusammengesetzt, welche als eine compacte Masse die dicke, äussere Lage desselben bilden und sein grösseres Dritttheil ausmachen.

Die tiefer liegenden Bündel (*b*), welche ebenfalls wie die vorhergehenden

1) Verhandlung der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Bd. X. Abth. 2, 3. S. 179.

am vorderen äusseren Muskelwinkel ihren Ursprung nehmen, verlaufen dann in strahlenförmiger Divergenz zur inneren Seite des Dreieckes. Auf diesem Wege anastomosiren die strahligen Bündel häufig unter einander. Nachdem sie die innere Seite erreicht, verändern sie ihre Richtung in eine circuläre, auf diese Art längs der gesammten, inneren Muskeloberfläche ein dichtes circuläres Geflecht bildend (*c*).

Ausserdem nehmen die vordere Seite und theilweise den inneren, vorderen Winkel des Ciliarmuskels ziemlich dicke Bündel ringförmiger Fasern ein, der sogenannte Müller'sche Ringmuskel (*d*). Nur seine hinteren Bündel werden von jenen Längsfasern gebildet, die ihre Richtung verändert haben, die vorderen repräsentiren einen vollständig selbständigen Muskel.

Alle meridionalen und radiären Bündel entspringen vom vorderen, äusseren Winkel des Muskels. Die Fortsetzung von ihnen, bestehend aus festem, plattenförmig ausgebreitetem Bindegewebe, bildet die ringförmige Sehne dieses Muskels (*e*). Sie richtet sich nach vorn, lagert sich an die innere Seite des Schlemm'schen Canales und geht schliesslich in das Gewebe der Cornea über.

Derjenige meridionale Theil des Muskels, welcher der Sclerotica unmittelbar anliegt, besteht vorn aus regelmässig angeordneten, einander parallelen Platten; je weiter nach rückwärts, desto mehr verschwindet diese Regelmässigkeit; 3 Mm. vom Ursprunge des Muskels bilden die Muskelbündel, indem sie aus einander weichen und anastomosiren, eine Reihe geschlossener, nach hinten convexer Schlingen, in welchen ein Theil dieses Muskels endigt. Der andere Theil der meridionalen Fibrillen behält seine Anfangsrichtung bei und kann in Gestalt feinster Bündelchen sogar in eine Entfernung von 5—6 Mm. vom Beginne des Muskels verfolgt werden, wo sie sich schliesslich zwischen den Pigmentzellen im Stroma des Ciliarkörpers verlieren.

Nur an der Schläfen- und Nasenseite der Choroidea kann man auch den weiteren Verlauf dieser Bündel verfolgen, hier lagern sie sich, in zwei Bündel vereinigt, zu beiden Seiten der langen Ciliararterien.

In manchen Augen sah H. Müller, dass diese Bündel, nachdem sie der Ciliararterie längs ihres ganzen Verlaufes gefolgt waren, dieselbe auch noch eine Strecke weit im Scleralcanale begleiteten.

Der Ciliarmuskel ist im Jahre 1846 von Brücke [1]) und bald darauf unabhängig von ersterem von Todd und Bowman entdeckt worden. Brücke, Todd und Bowman beschreiben eigentlich nur seine meridionalen Bündel.

Die vollständigste Beschreibung dieses Muskels gab H. Müller [2]) im Jahre 1857. In dieser Arbeit beschrieb er, der erste, die ringförmigen, dem Cornealrande parallel verlaufenden Bündel, welche den vorderen und inneren Theil des Ciliarmuskels bilden, den von ihm sogenannten Compressor lentis. Gleichzeitig mit ihm entdeckte auch Arlt die circulären Fasern dieses Muskels, wobei er sie übrigens nur als Ausläufer der radiären deutete.

1) Müller's Archiv 1846.
2) Archiv für Ophth. Bd. III.
3) Arch. f. mikr. Anatomie. Bd. III, S. 477.

Schliesslich fand F. E. Schulze im Jahre 1867 mit Hilfe der Anwendung des Chlor-Palladiums das ringförmige Netz, welches auf der ganzen, inneren Seite dieses Muskels ausgebreitet ist.

Die Grösse des Muskels, seine Textur, die relative Entwickelung seiner meridionalen und circulären Fasern sind gewaltigen, individuellen Schwankungen unterworfen. Diese Schwankungen stehen mit der Länge der Augenaxe in Verbindung, von welcher die Refraction im Auge, d. h. seine Weit- und Kurzsichtigkeit abhängt.

Bei Weitsichtigen [1]) (deren Augenaxe gewöhnlich kürzer ist) ist vorwaltend der vordere Theil des Muskels entwickelt, d. i. der Müller'sche Ringmuskel, in Folge



Fig. 363. Durchschnitt aus der Ciliargegend eines weitsichtigen Auges.



Fig. 364. Durchschnitt aus der Ciliargegend eines kurzsichtigen Auges.

dessen ist der Muskel bei ihnen bedeutend nach vorn, in der Richtung zur vorderen Augenkammer vorgeschoben, der Muskel im Ganzen kleiner.

Bei Kurzsichtigen (deren Augenaxe bedeutend länger) sind die vorderen, ringförmigen Muskelbündel sehr schwach entwickelt; der Muskel selbst besteht vor-

1) Arch. für Ophth. Bd. XV. Abth. 3, S. 284. Beitr. zur Anatomie des Ciliarmuskels von A. Iwanoff.

waltend aus meridionalen und strahligen Bündeln, daher erscheint in diesem Falle der vordere Theil des Muskels bedeutend nach rückwärts gedrängt, und der ganze Muskel länger.

Bei den Hausthieren besteht der Muskel ausschliesslich aus Längsfasern, nur beim Schweine findet man in seinem hinteren Theile ringförmige Bündel (A. Iwanoff und A. Rollett [1]).

4. Die Nerven der Choroidea (Nervi ciliares) gehören dem dritten und fünften Paare und dem Sympathicus an. Die einen, die langen (Nervi ciliares longi), zwei, seltener drei an Zahl, entstammen dem Ramus nasociliaris trigemini; die anderen, kurzen (N. ciliares breves), 14—18 an der Zahl, treten aus dem Ganglion ciliare hervor. Jene und diese durchbohren die Sclerotica unweit vom Nerv. opticus, und im Auge verlaufen sie auf der äusseren Oberfläche der Choroidea. Nachdem sie eine bedeutende Anzahl von Aestchen an den hinteren Theil der Gefässhaut abgegeben, nehmen sie ihre Richtung nach vorn zum Ciliarmuskel, auf welchem sie unter gabelförmiger Theilung in ein dichtes Geflecht zerfallen. In den Winkeln der ersten Theilungen dieser Nerven fand H. Müller [2]) Ganglienzellen in der Grösse von 0,0016—0,025 Mm. mit 2—3 Kernen. Nebstdem findet man in den tiefen Schichten dieses Netzes, im Innern des Muskels, knotige, bipolaren Zellen sehr ähnliche Anschwellungen.

In dem hinteren Theile der Choroidea wird das Nervennetz so gebildet, [3]) dass die Ciliarnerven sogleich nach ihrem Austreten aus der Sclera, und im weiteren Verlaufe zum Ciliarmuskel, Seitenästchen abgeben, welche theils aus dunkelrandigen, theils aus blassen Nervenfasern bestehen. Diese Seitenästchen bilden nach wiederholten Theilungen und Anastomosen ein zwischen den Gefässen und der Sclerotica gelagertes Netz. Aus diesem Netze verfolgt man dünne Zweigchen zu den Arterien, wo sie, wie es scheint, in den glatten Muskeln ihr Ende finden. Auch in diesem Nervennetze findet man Ganglienzellen, welche in seinen Knotenpunkten gelagert sind. Ganglien kommen selbst in den Stämmchen der Ciliarnerven vor.

Bemerkenswerth ist, dass sowohl die Entwickelung des hinteren Nervennetzes, als auch die Anzahl der dort anzutreffenden Ganglienzellen bedeutenden individuellen Schwankungen unterworfen ist; und ebenso merkwürdig ist es, dass diese Schwankungen in einer auffallenden Abhängigkeit von der Entwickelung der glatten Muskelfasern im hinteren Theile der Choroidea stehen.

5. Das Stroma der Choroidea wird aus einem dichten Netze verästigter Fasern gebildet, in deren Zwischenräumen, zumal der äusseren Schichten, eine bedeutende Menge sternförmiger Pigmentzellen eingebettet ist.

---

1) Arch. f. Ophth. Bd. XV, Abth. 1.
2) Verhandlungen d. phys. med. Gesellschaft in Würzburg. Bd. X, S. 108.
3) l. c. Bd. X, S. 189.

Die Fasern dieses Netzes verlaufen, unter einander anastomosirend, hauptsächlich in einer der Scleraoberfläche parallelen Richtung, dabei nur wenige Fortsätze in die benachbarten Schichten abgebend; daher gewinnt es den Anschein, als verwebten sich die Fasern zu mehreren, gesonderten Häutchen, von welchen eine gewöhnlich auf der Sclerotica (Lamina fusca Aut.), die andere, dickere, auf der Choroidea haften bleibt. Die letztere zerfällt ihrerseits in einige über einander geschichtete Platten, welche, beginnend am hinteren Theile des Ciliarkörpers, bis zum Eintritte des Sehnerven reichen (Membrana suprachoroidea).

Mit der Membrana suprachoroidea steht das fibrilläre Stroma in Verbindung, welches die Zwischenräume zwischen den Gefässen einnimmt.

Das Stroma der Choroidea ist sehr reich an Zellen. Am meisten charakteristisch sind die sternförmigen Pigmentzellen, deren Form in den oberflächlichen und tiefen Schichten der Choroidea etwas verschieden ist. Die in den oberflächlichen Schichten gelegenen Zellen zeigen eine sternförmige Gestalt mit kurzen, breiten und flachen Fortsätzen; ihr dunkelbraunes Pigment lässt jedesmal den Kern frei, welcher daher auch immer scharf sichtbar ist. Die tiefer gelegenen, sternförmigen Zellen, welche die Zwischenräume zwischen den Gefässen vollständig ausfüllen, sind mehr dick als flach, mit langen, dünnen Fortsätzen versehen, welche häufig mit den Fortsätzen der benachbarten Zellen anastomosiren und ein dichtes Netz bilden. Diese Zellen sind gewöhnlich dunkler als die oberflächlichen.

Ausser pigmenthaltigen trifft man in der Choroidea auch noch pigmentlose Zellen von der verschiedensten Form an; von ihnen verdienen eine besondere Beachtung die rundlichen Zellen, welche ihrer Grösse und Form nach sehr den weissen Blut- oder Lymphkörperchen gleichen (Haase [1])). Sie werden in allen Schichten der Choroidea angetroffen, aber vorwaltend in den tiefsten zwischen den Capillaren. Diese Zellen vermögen, wie die weissen Blutkörper, ihre Form und ihren Ort zu verändern. Ihre Anzahl ist bedeutenden Schwankungen unterworfen, je nach dem Alter und dem Gesundheitszustand des Auges. Sie sind sehr zahlreich bei Kindern, in ungleich geringerer Anzahl trifft man sie bei Erwachsenen an, bei welchen ihre Anzahl sehr verschieden ist. Sie erscheinen massenhaft bei jedem intraocularen, pathologischen Zustande.

Die äussere Oberfläche der Suprachoroidea soll nach neueren Untersuchungen Schwalbe's mit Endothelium bedeckt sein.

Was die Natur des Gewebes anbelangt, aus dem sich die Choroidea zusammensetzt, so kann diese Frage nicht ausschliesslich durch histologische, sondern nur durch histogenetische Bearbeitung gelöst werden. Der Mange an letzterer war die Veranlassung, dass man das Stroma der Choroidea will-

1) Arch. f. Ophth. Bd. IV, S. 57.

kürlich einmal zum Bindegewebe, das andere mal zum elastischen Gewebe hinzuzählte.

II. An der Regenbogenhaut unterscheidet man den Pupillarrand, Margo pupillaris, welcher ihre centrale Oeffnung, die Pupille, begrenzt und den Ciliarrand, Margo ciliaris, der sie an den Ciliarkörper und die Hornhaut befestigt; ferner eine vordere und hintere Oberfläche.

An der vorderen Oberfläche der Iris bemerkt man eine gezackte Leiste, wodurch diese Oberfläche in zwei Zonen getheilt wird. Die innere, Pupillarzone, etwa 1 Mm. breit, ist mit strahligen, eng zusammengelegten Fältchen besetzt, die äussere, Ciliarzone, misst in der Breite etwa 3 Mm. (bei mittlerem Pupillendurchmesser von 4 Mm. an der Leiche) und besitzt in der äusseren Hälfte 5—7 concentrisch geordnete Falten, welche immer, besonders aber bei erweiterter Pupille scharf hervortreten.

Die vordere Oberfläche der Regenbogenhaut ist mit Epithel bedeckt, welches eigentlich die Fortsetzung des Epithels der Descemet'schen Haut ist, sich aber etwas von ihm unterscheidet, und zwar besteht es aus kleineren Zellen, welche körnig und nicht so ausgeprägt sechswinkelig sind, sich auch nicht so scharf von einander absetzen, wie das Epithel der Descemet'schen Haut.

Die hintere Oberfläche der Iris ist schwarz gefärbt, was seinen Grund in einer dicken hier befindlichen Pigmentschicht hat; es ist diess die Uvea der Autoren. Die Uvea beginnt am Rande der Pupille, welche im Zustande der Verengerung deutlich von ihr eingesäumt wird (während des Erweiterungsvorganges der Pupille verschwindet dieser Saum zu allererst), und endigt am Ciliarrande, in die Pigmentschichte der Ciliarfortsätze übergehend. (Die Grenze zwischen diesem und jenem Pigmente ist immer scharf ausgeprägt, da das Pigment der Ciliarfortsätze bis zu seiner Berührungsstelle mit der Uvea mit einer Lage des Ciliartheiles der Retina versehen ist.)

In histologischer Beziehung besteht die Uvea aus Zellen, deren Protoplasma von, den Kern vollkommen verdeckenden, Pigmentkörnchen durchsetzt ist. Beim Zerzupfen dieser Schichte gerathen gewöhnlich unter das Mikroskop Klümpchen von den verschiedensten Dimensionen und mit rauher Oberfläche, es ist daher unmöglich, aus diesen Bruchstücken die Form der Zellen zu bestimmen. Die Kerne, vollständig vom Pigment befreit, sind rund, leicht körnig.

Die freie Oberfläche der Uvea besitzt eine Reihe strahlenförmig geordneter seichter Falten, welche in Gestalt regelmässiger, gerader Linien vom pupillaren zum ciliaren Rande sich erstrecken; ihre Zahl ist 70—80.

Beim Menschen existirt keine Bedeckungsmembran für diese Pigmentschichte. Das, was man sonst unter dem Namen Membrana limitans Pacini, Jacobi, pigmenti beschrieb, sind nach Kölliker »die vereinten äusseren Zellenwandungen der Pigmentzellen«; nach Henle ist es die Grenze des Kittes, der die Pigmentkörnchen zusammenhält, eine Deutung, welche um so wahr-

scheinlicher klingt, als man an den Zellen dieser Schichte keine Wandungen wahrnehmen kann.

Das Gewebe der Regenbogenhaut besteht, so wie das Gewebe der Choroidea aus Gefässen, Muskeln, Nerven und dem Stroma.

Die Gefässe der Iris zeichnen sich im Allgemeinen durch die ausserordentliche Dicke ihrer Wandungen (Arnold), im Besonderen durch die Adventitia (Henle) derselben aus, welche letztere für sich bedeutend dicker ist als die übrigen Gefässhäute zusammengenommen. Ausserdem zeigen die Gefässwandungen der Iris eine mächtige Entwickelung der Muskulatur (Arnold und Hüttenbrenner).

Die Bewegungen der Iris vermitteln zwei Muskeln: der Sphincter, welcher die Pupille verengt, und der Dilatator, dessen Thätigkeit Erweiterung der Pupille zur Folge hat.

Der Sphincter der Pupille (Fig. 365 *a*) nimmt die Pupillarzone der Iris ein und erstreckt sich vom Pupillarrande auf 0,9—1,3 Mm. nach aussen. Am Pupillarrande ist er dünner (er ist hier 0,10 Mm. dick), nach aussen wird er dicker und erreicht nicht weit von seinem äusseren Rande die Dicke von 0,25 Mm. Er ist der hintern Oberfläche der Iris näher gerückt, so dass er von der Uvea nur durch eine dünne Schicht Bindegewebe und äusserst zarte, dem Dilatator angehörige Muskelzüge geschieden ist.

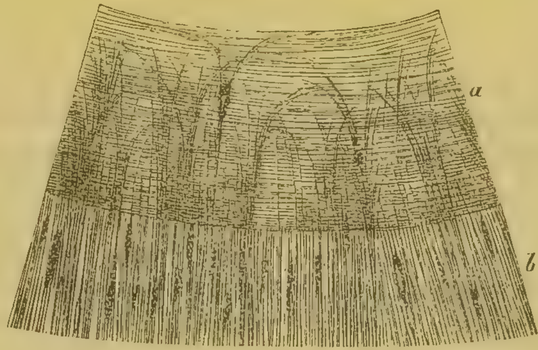


Fig. 365. Segment der Iris von der Fläche gesehen. *a* Sphincter. *b* Dilatator.

Der Dilatator pupillae (Fig. 365 *b*) entwickelt sich aus den Bündeln des Sphincter als deren ununterbrochene Fortsetzung. Seinen Anfang bildet eine Reihe bogenförmig verflochtener Bündel, welche theils im Inneren des Sphincters, theils an seiner hinteren Oberfläche zwischen ihm und der Pigmentschichte gelagert sind. Diese einzelnen Bündel vereinigen sich, nachdem sie schon seine Grenze überschritten haben, zu einer zusammenhängenden, die ganze, hintere Irisoberfläche (Fig. 362 *f*) überziehenden Muskelplatte; alle seine Fasern liegen regelmässig parallel neben einander, alle sind im strahlenförmigen Zuge von dem Pupillar- zum Ciliarrande gerichtet.

In der Entfernung auf $1/2$ Mm. von der Anheftungsstelle theilt sich der Muskel in einzelne Bündel, welche sich in zwei Lagen (Fig. 366 *a*, *a'*) über einander schichten. Die Fasern dieser Bündel verändern unmittelbar am Ciliarrande neuerdings ihre Richtung, biegen bogenförmig (*b*) um und bilden,

nachher sich unter einander verflechtend, einen dünnen Muskelplexus (*c*), welcher ringförmig den Ciliarrand der Iris (Fig. 362 *g*) umfasst.

Die Literatur über den Dilatator bringt uns unwillkürlich auf den Gedanken, dass man bis auf Henle die Existenz dieses Muskels beim Menschen mehr auf Grund der zwingenden physiologischen Nothwendigkeit voraussetzte, als dass sie in Wirklichkeit bewiesen war. Dass die Mehrzahl der Autoren ihn bei Thieren gesehen haben, das unterliegt wohl keinem Zweifel; ebenso wahrscheinlich ist es, dass sie dann die dort gewonnenen Beobachtungen direct auf den Menschen übertrugen, aber auf Grund der Eigenthümlichkeiten, die die ganze Einrichtung des Accomodations- und Muskelmechanismus beim Menschen aufweist, ist ein solches einfaches Uebertragen der an Thieren gewonnenen Resultate auf den Menschen nicht thunlich. — Die Besonderheiten im Baue des Dilatators beim Menschen nöthigten selbst Henle zu der richtigen Bemerkung, dass zwischen dem Objecte seiner Beschreibung und jenem, das von Brücke und Kölliker als Dilatator gedeutet wurde, keine Gemeinschaft existire.

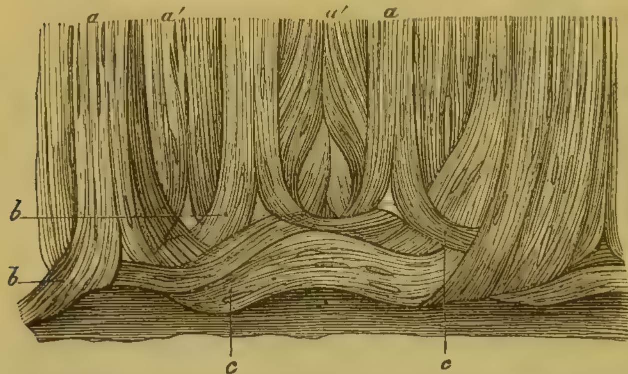


Fig. 366. Anordnung der Muskelzüge in der Iris. Buchstaben im Text erläutert.

Kölliker[1]) selbst verbirgt nicht, dass seine Beschreibung dem Dilatator des Kaninchens entlehnt sei. Der Dilatator besteht nach ihm aus einzelnen dünnen Bündeln, welche zwischen den Gefässen, folglich in der Irissubstanz liegen. Henle[2]) deutet auf eine besondere Faserlage hin, welche sich auf der inneren Irisoberfläche befindet, und meint, in dieser gleichartigen und lückenlosen, obzwar sehr dünnen Schichte von Radiärfasern, welche sich vom pupillaren bis zum ciliaren Rande erstrecken, den Muskel zu erblicken, dessen Contraction die Erweiterung der Pupille zur Folge habe.

Diese Aeusserung gab die Veranlassung zu neuen Arbeiten über den Dilatator. Nach Hüttenbrenner[3]) zeigt der Dilatator beim Kaninchen die von Henle beschriebene, zusammenhängende Schichte von Muskelfasern, welche gleich hinter dem Epithel, das bei diesen Thieren die Pigmentschichte vertritt, gelagert ist. Dieser Muskel reicht bis zum Ciliarrande, einige von seinen Fasern können leicht bis zum Lig. pectinatum verfolgt werden. Es ist diess augenfällig nicht jener Muskel, den Kölliker bei Kaninchen gesehen hat. Nach der Meinung Hüttenbrenner's ist auch der Dilatator beim Menschen auf dieselbe Weise eingerichtet. Dem Gesagten zufolge bestätigt dieser Autor, mit alleiniger Ausnahme des Ueberganges von Muskelfasern in das Lig. pectinatum, die Ansichten Henle's und zwar nicht allein für den Menschen, sondern auch in Betreff der Thiere.

Merkel[4]) beschreibt und zeichnet den Dilatator wieder mehr ähnlich der

1) Handbuch der Gewebelehre des Menschen 1867, § 667.
2) Handbuch der system. Anatomie des Menschen. Bd. II, S. 635.
3) Sitzungsberichte d. k. Academie d. Wissensch. 1. Abth. 1868.
4) Zeitschrift für rat. Medicin. XXXI, XXXIV.

Kölliker'schen Definition; es ist da nicht von einer gleichmässigen und lückenlosen Schichte, wie sie Henle gesehen, die Rede, sondern von isolirten Bündeln, welche übrigens, wie bei Henle, gleich hinter dem Pigmente gelagert sind.

Dogiel [1]) beschreibt einen Muskel, der auf die von Brücke und Kölliker gegebenen Beschreibungen desselben passt: er beginnt vom Sphincter auf der Vorderfläche der Iris, dann richtet er sich, in vereinzelte Bündel gespalten, zwischen den Gefässen von innen nach aussen und befestigt sich am Ciliarring.

In Anbetracht dieser Widersprüche forderte ich Herrn Jeropheeff auf, den Dilatator beim Menschen zu untersuchen. Die Resultate dieser Untersuchung sind oben mitgetheilt worden; sie stimmen mit der Beschreibung Henle's vollkommen überein. Ausserdem ist es Herrn Jeropheeff gelungen, noch die circulären Bündel beim Ciliarrande zu entdecken.

Die Nerven der menschlichen Iris sind vorläufig in Folge der bedeutenden Schwierigkeiten, die sich ihrer Untersuchung entgegenstellen, noch sehr unbefriedigend erforscht. Die beste Untersuchung über diesen Gegenstand ist die von Arnold [2]) und behandelt eigentlich nur die Nerven des Kaninchens.

Die Nerven der Iris sind Aeste der Ciliarnerven der Choroidea. Nachdem sie die Iris betreten, theilen sie sich in ihrem äusseren Theile dichotomisch, bilden Bogen und zerfallen dann in ein Netz, bestehend aus Nervenästen mittlerer Grösse. In diesem Netze bemerkt man einen Faseraustausch der Nervenstämme, wobei die Gruppirung der Fasern sehr an das Chiasma nerv. opticorum erinnert.

Von diesen Kreuzungspunkten entwickeln sich drei Arten von Nervenfibrillen: a) blasse Fasern, mit aller Wahrscheinlichkeit dem Sympathicus angehörig, welche ihre Richtung zur hintern Oberfläche der Iris nehmen (folglich zum Dilatator) und auf ihr ein sehr feines Netz bilden; b) markhaltige Fasern, welche zur vorderen Oberfläche treten und dort in ein dichtes Netz feiner Fasern zerfallen; es sind diess die sensiblen Fasern der Regenbogenhaut; c) schliesslich breitet sich ein drittes Netz innerhalb des Sphincters aus; seine zarten Nerven gehören grösstentheils zu den motorischen.

Die Gefässe, Muskeln und Nerven der Iris liegen in einem Stroma eingebettet, welches zumeist aus Bindegewebsfibrillen und Zellen besteht.

Das Bindegewebe begleitet in Form von dünnen Fibrillenbündeln die Gefässe; ausserdem trifft man in den Zwischenräumen derselben auch Fasern, welche hauptsächlich in der Längsrichtung verlaufen.

In schwarzen Augen besteht die Hauptmasse des Stromas aus pigmentirten, sternförmigen Zellen, welche unter einander dichte Anastomosen ein-

1) Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. VI, S. 95.
2) Arch. für pathol. Anatomie und Physiol. Bd. XXVII. Ueber die Nerven und das Epithel der Iris.

gehen. Am dichtesten befinden sich diese Zellen in der oberflächlichsten Schichte der Iris. In schwarzen Augen trifft man ausserdem noch viele freie, runde, stark pigmentirte Zellen an.

In hellen Augen findet man pigmentlose, sternförmige Zellen mit langen, dünnen Fortsätzen, und ausserdem eine grosse Menge runder, den Lymphkörpern ähnliche Zellen.

III.

Die Blutgefässe des Auges.

Von

Th. Leber.

Die Blutgefässe des Augapfels bilden zwei fast vollständig getrennte Systeme, das Netzhautgefässsystem und das Aderhaut- oder Ciliargefässsystem, welche nur durch eine Anzahl kleiner Aeste an der Eintrittsstelle des Sehnerven mit einander zusammenhängen.

Das Netzhautgefässsystem versorgt ausser der Netzhaut noch einen Theil des Sehnervenstammes; das Ciliargefässsystem ausser dem Aderhauttractus (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) noch die Sclerotica, den Hornhautrand und den zunächst an letzteren grenzenden Theil der Scleroticalbindehaut.

Der übrige Theil der Bindehaut erhält besondere Gefässe, welche von denen der Lider abstammen und das Bindehautgefässsystem bilden.

I. Netzhautgefässsystem.

Das Netzhautgefässsystem wird gebildet von der Art. u. Ven. central. retinae. Die Arterie ist einer der ersten Aeste der Ophth. und tritt in einer Entfernung von 15—20 Mm. vom Auge in schräger Richtung in den Sehnervenstamm ein, die Vene erst etwas näher am Auge. Letztere mündet in der Regel direct in den Sinus cavernosus, geht aber meistens vorher noch einige starke Anastomosen mit der Ophth. sup. ein, zuweilen mündet sie auch direct in die letztere; selten ist ihre Einmündung in die Ophth. inf. [1]) Arteria und Vena centr. ret. (Fig. 367 $e\,e_1$) verlaufen neben einander in der

---

1) WALTER, de venis oculi. Berol. 1778. SESEMANN, die Orbitalvenen des Menschen und ihr Zusammenhang mit den oberflächlichen Venen des Kopfes. REICHERT und DU BOIS Arch. 1869, p. 2.

Axe des Sehnerven, umhüllt von etwas Bindegewebe, bis zu dessen intraocularem Ende. Sie ertheilen während dieses Verlaufs dem Opticusstamme kleine Zweige, welche in den die Nervenbündel umstrickenden, netzförmig verbundenen Bindegewebsbalken ihren Verlauf nehmen.

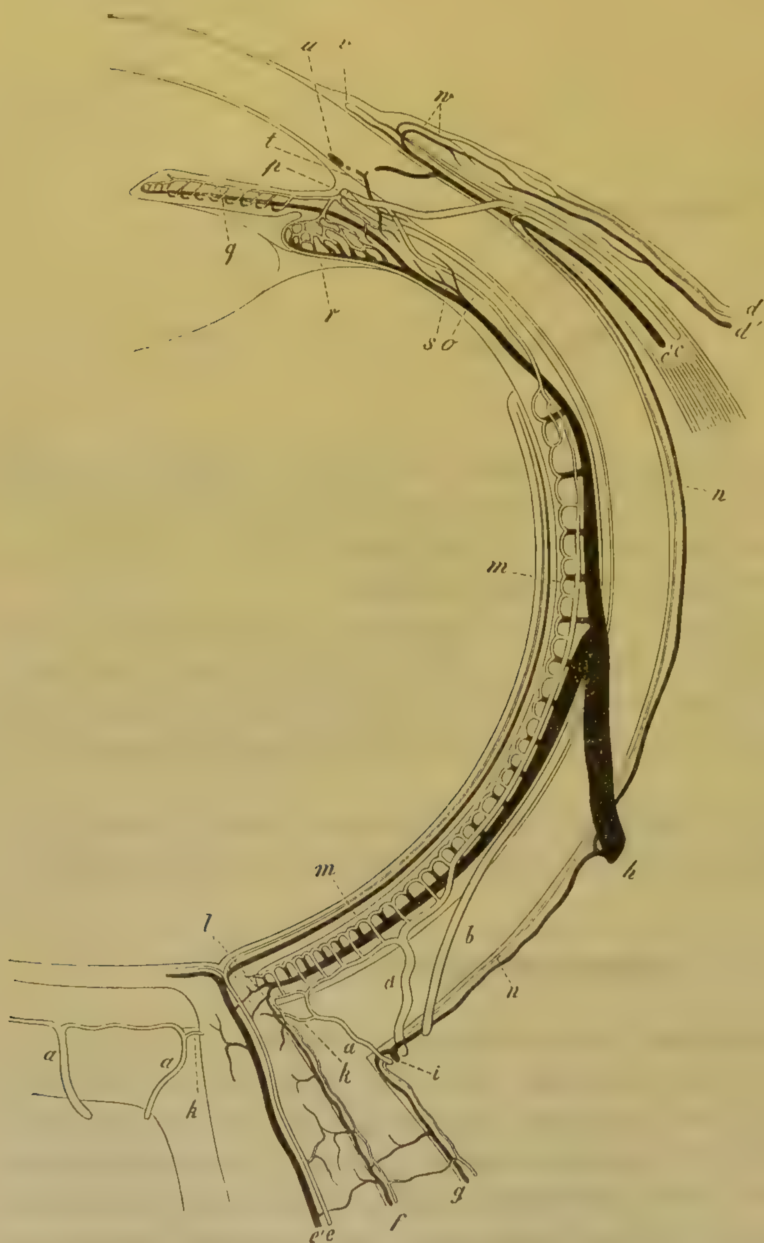


Fig. 367. Schematische Darstellung des Gefässverlaufs im Auge. Horizontalschnitt. Venen schwarz, Arterien hell. *a* Aa. cil. post. br. *b* A. cil. p. long. *cc*₁ A. u. V. cil. ant. *dd*₁ A. u. V. conj. post. *ee*₁ A. u. V. centr. ret. *f* Gefässe der inneren, *g* der äusseren Opt.-scheide, *h* V. vort. *i* Ven. cil. p. brev. *k* Ast der A. cil. p. br. zum Opt. *l* Anastom. der Chor.-gefässe mit denen d. Opt. *m* Choriocapillaris, *n* Episclerale Aeste, *o* A. recurrens chor. *p* Circ. art. irid. maj. (Querschnitt). *q* Gefässe der Iris. *r* Ciliarfortsatz. *s* Ast der V. vort. aus dem Cil.-muskel. *t* Ast der vordr. Cil.-vene aus dem Cil.-muskel. *u* Circ. venosus. *v* Randschlingennetz d. Hornhaut. *w* Art. u. Ven. conj. ant.

Ausser den Aesten der Centralgefässe erhält der Sehnerv noch zahlreiche Zweige von den Gefässen der inneren Scheide *f* (des eigentlichen Neurilems des Nerven), und von denen der äusseren Scheide *g*, wenn auch in geringerer Zahl. Diese Gefässe sind Aeste der Ophthalmica und ihrer ersten Verzweigungen. Der intracranielle Theil des Sehnerven, das Chiasma und die Tractus

werden versorgt von den in der betreffenden Gegend verlaufenden Gefässen der Pia und des Gehirns, deren Verzweigungen mit denen des intraorbitalen Theils des Nerven in Verbindung stehen.

Bei seinem Eintritt ins Auge erhält der Sehnerv auch noch Aeste von einigen (2—3) der kurzen hinteren Ciliararterien, *k*. Dieselben bilden in der Sclerotica einen den Sehnerveneintritt umgebenden, geschlossenen Gefässkranz (Zinn'scher oder Haller'scher Kranz [1]), der zahlreiche feine Aestchen in den Sehnerven hineinsendet, welche mit den Aesten der Centralarterie anastomosiren.

Venen, welche diesen Aesten der Ciliararterien entsprechen, giebt es nicht; dagegen hängen die feineren Arterien, Venen und Capillaren der Chorioidea am Sehnervenrande direct zusammen mit den entsprechenden Gefässen der Papille und der inneren Sehnervenscheide, so dass hier ein ziemlich inniger Zusammenhang des Retinal- und Ciliargefässsystems stattfindet, *l*.

Ein anderer Zusammenhang beider Gefässsysteme existirt nicht; an der Ora serrata hören sämmtliche Gefässe der Netzhaut mit capillaren Schlingen auf, ohne sich mit denen der Aderhaut irgendwie zu verbinden.

Die Centralgefässe verlaufen in der Axe des Sehnerven bis zur Oberfläche der Papille, wo sie sich, oder schon etwas vorher, in ihre Hauptäste theilen, und zwar die Vene meist etwas früher als die Arterie. Die Verästelung erfolgt in dichotomischer Weise. Ein Hauptast der Arterie sowohl als der Vene verläuft nach oben, der andere nach unten, um sich ziemlich rasch wieder in zwei schräg aus einander weichende Aeste zu theilen etc. Die Venen begleiten häufig die Arterien, wenigstens ungefähr, in ihren gröberen Verzweigungen; die letzteren sind feiner als die entsprechenden Venen. Uebrigens kommen ziemlich viele individuelle Verschiedenheiten des Verlaufs der Gefässe vor. Gerade temporalwärts, über die Macula lutea weg, sieht man niemals ein grösseres Gefäss verlaufen (oder nur in höchst seltenen Ausnahmsfällen, Mauthner); alle grösseren Gefässe umkreisen den gelben Fleck in Bogen, um zu den peripherischer gelegenen Netzhauttheilen zu gelangen, und senden nur von allen Seiten her kleinere Gefässe in die Macula hinein; ähnliche kleine Gefässe gehen auch von der Papille direct dahin. Dieselben versorgen die Macula, endigen aber sämmtlich am Rande der Fovea centralis mit capillaren Schlingen, so dass diese letztere ganz gefässlos ist.

Das Capillarnetz der Retina zeichnet sich durch viel weitere Maschen vor dem der Chorioidea aus; die Capillaren selbst sind feiner und sehr dünnwandig. Die Verzweigung der Retinalgefässe hat grosse Aehnlichkeit mit der der Centralorgane des Nervensystems. Nach His finden sich in der Umgebung der Retinalgefässe ganz ähnliche perivasculäre Lymphräume, wie an den Gefässen des Gehirns und Rückenmarks.

---

1) Abbildung findet sich in Jäger, Ueber die Einstellungen des dioptr. Apparats, Wien 1861, Taf. III, Fig. 34—36; und Th. Leber, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. d. Wiener Akademie. XXIV. Bd. Taf. IV.

Die gröberen Aeste der Centralgefässe verlaufen alle in der Nervenfaserschicht der Netzhaut und je weiter nach aussen in der Reihenfolge der Schichten, um so kleiner werden die darin vorkommenden Gefässe; die letzten dringen bis zur Zwischenkörnerschicht vor; äussere Körner- und Stäbchenschicht sind, wie die Fovea centralis, gefässlos.

Beim Foetus giebt die Centralarterie noch die Art. hyaloidea ab, welche von der Sehnervenpapille durch einen Kanal im Glaskörper sich nach vorn zur Hinterfläche der Linse begiebt und diese mit Gefässen überzieht. Beim Neugeborenen ist sie bereits vollständig zurückgebildet, und nur in seltenen Fällen wurde die Arterie noch während des extrauterinen Lebens und meist im obliterirten Zustande angetroffen.

Bei manchen Thieren fehlen die Netzhautgefässe oder verzweigen sich nur in einem bestimmten Theile der Netzhaut.

Bei Vögeln, vielen Amphibien und Fischen fehlen sie vollständig, werden hier aber meistens, jedoch nicht immer durch Gefässe der Hyaloidea ersetzt, welche an der Innenseite der Retina ausgebreitet sind (Huschke, Hyrtl, H. Müller). Unter den Säugethieren besitzt das Kaninchen nur in dem durch markhaltige Nervenfasern ausgezeichneten Theil der Retina Gefässe. Beim Pferd treten nur ganz kleine Gefässe ein, welche sich in einer nicht mehr als 3—6 Mm. breiten Zone zu einem zierlichen Kranze von Capillarschlingen auflösen.[1] Beim Meerschweinchen sieht man mit dem Augenspiegel nur zuweilen ganz feine Gefässe auf der Sehnervenpapille, welche sich nicht in die Netzhaut hinein verfolgen lassen.

II. Ciliar- oder Aderhautgefässsystem.

Der gesammte Aderhauttractus, die Sclerotica mit dem Hornhautrande und dem sich zunächst daran schliessenden Theile der Scleroticalbindehaut werden von den sogenannten Ciliargefässen versorgt. Es sind dies folgende:

a) Arterien.

1. Die kurzen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. brev. Fig. 367 und 368 *a*. 4—6 kleine Stämmchen, die aus der Ophthalmica oder ihren ersten Aesten entstehen. Sie theilen sich, während sie dem Stamme des Opticus folgen, in eine grössere Anzahl von Zweigen, welche (einige 20 an Zahl) die Sclerotica in ihrem hinteren Abschnitte in ziemlich gerader Richtung von aussen nach innen durchbohren. Die zahlreichsten und stärksten Zweige treten in der Gegend des hinteren Pols des Auges ein, eine geringere Anzahl nach innen von der Insertion des Opticus und in seiner näheren Umgebung. Die letzteren pflegen auch geringeren Calibers zu sein; einige derselben geben die schon erwähnten Aeste in den Sehnerveneintritt ab.

2. Die langen hinteren Ciliararterien, Aa. cil. post. long., *b*. Ihr Ursprung ist derselbe wie bei den kurzen Ciliararterien; sie durchbohren, 2 an Zahl, die Sclerotica etwas weiter nach vorn als die letzteren, im horizontalen Meridian des Auges, die eine an der medialen, die andere an

1) H. Müller, Notiz über die Netzhautgefässe bei manchen Thieren. Würzb. naturw. Zeitschr. II. p. 64.

der lateralen Seite. Ihr Durchtritt durch die Sclerotica geschieht in sehr schräger Richtung, so dass die Arterie einen bis 4 Mm. langen Canal innerhalb der Sclerotica durchläuft.

3. Die vorderen Ciliararterien, Aa. cil. ant., c, die keine directen Aeste der Ophthalm. sind, sondern von den Arterien der 4 geraden Augen-

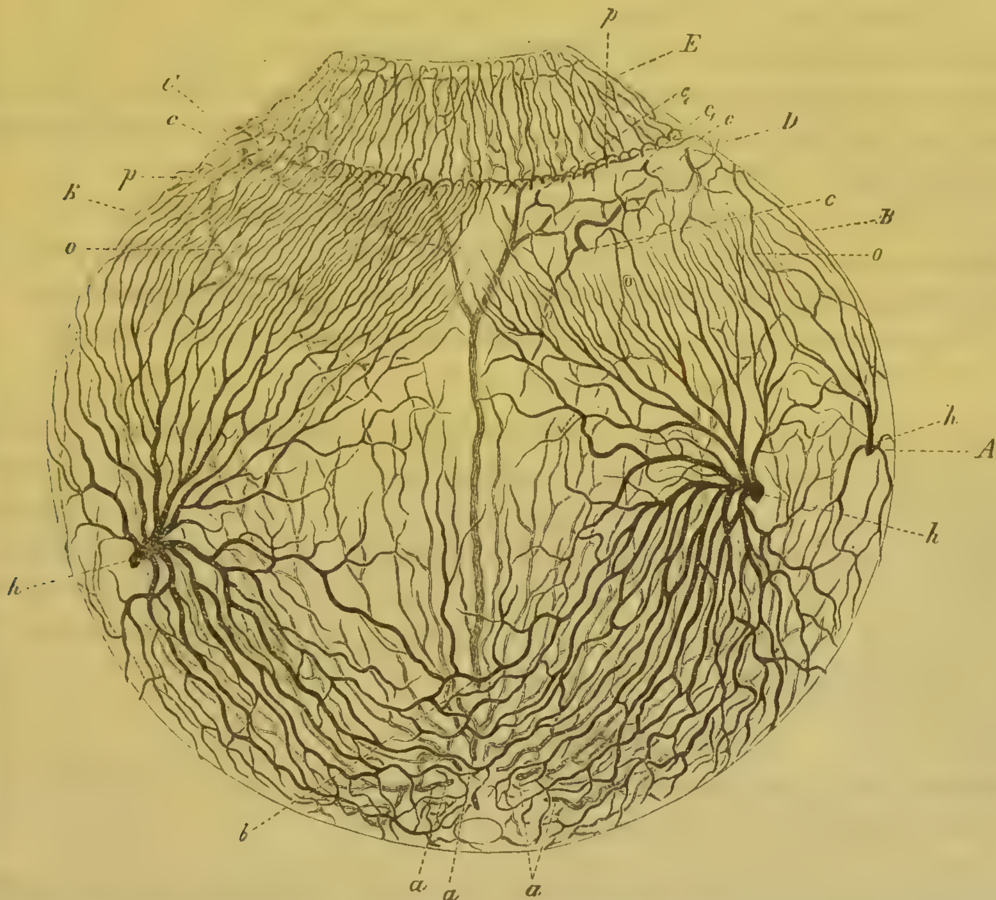


Fig. 368. Halbschematische Darstellung des Gefässverlaufs in der Aderhaut. *A* Chorioidea; *B* nicht gefalteter Theil des Ciliarkörpers, Orbiculus ciliaris; *C* Ciliarfortsätze (der Ciliarmuskel ist hinweggenommen zu denken); *D* Ciliarmuskel; *E* Iris. *a* Aa. cil. post. brev.; *b* A. cil. post. long.; *c* Aa. cil. ant.; c_1 Vv. cil. ant.; *h* Vv. vort.; *o* Aa. recurr. chor.; *p* Circ. art. irid. maj.

muskeln abstammen. Meist entstehen aus jedem Muskel 2 Arterien, vom R. ext. in der Regel nur eine. Sie treten an der Insertion der Sehne zur Sclerotica hinüber, verlaufen meist ziemlich stark geschlängelt gegen die Cornea hin und durchbohren, nach Abgabe feiner oberflächlicher Zweige, mit ihren perforirenden Aesten die Sclerotica nicht weit vom Hornhautrande in mässig schiefer Richtung.

b) Die Venen des Ciliargefässsystems sind:

1. Die sogenannten Venae vorticosae, *h*, meistens 4 Stämmchen, welche entweder direct in die V. ophth. oder in Muskeläste einmünden. Sie durchbohren die Sclerotica in der Gegend des Aequators in eben so schräger Weise,

wie die langen Cil.-art. Häufig theilen sich eine oder einige von ihnen vor dem Eintritt in die Sclerotica, wodurch die Zahl der perforirenden Gefässe auf 6, selten darüber steigt.

Auch während des Durchtritts durch die Sclerotica und gleich nachher kommen öfters Theilungen vor; es gehen deshalb in die Chorioidea ausser den 4—6 grösseren meist noch eine wechselnde Anzahl kleinerer Gefässe über.

2. Die kleinen Venulae cil. post. brev., Fig. 367 *i*, welche, wie die gleichnamigen Arterien in der Umgebung des Sehnerven zur Sclerotica hintreten, aber nur den Scleroticalzweigen der letzteren entsprechen und keine Aeste aus der Aderhaut aufnehmen. Sie sind daher viel weniger zahlreich und viel kleiner als die entsprechenden Arterien.

3. Die VV. cil. ant. sind wie die gleichnamigen Arterien Aeste der Venen der geraden Augenmuskeln, aber kleiner als die Arterien, weil das Verästelungsgebiet ihrer perforirenden Zweige ein viel beschränkteres ist.

Venen vom Verlauf der Aa. cil. post. long. kommen nicht vor.

A. Die Sclerotica

erhält kleine Zweige von allen vorstehend beschriebenen Gefässen. Sie sind jedoch wenig zahlreich und bilden hauptsächlich an ihrer Oberfläche ein weitmaschiges Netz, wobei in der Regel zwei Venen eine Arterie zu beiden Seiten begleiten. Abweichend hiervon ist das Verhalten der episcleralen Gefässe im vordersten an die Hornhaut grenzenden Abschnitte der Sclerotica, welches weiter unten im Zusammenhange mit den Gefässen des Hornhautrandes und der Bindehaut geschildert werden soll.

B. Die Aderhaut

wird von einer sehr grossen Zahl von Gefässen versorgt, welche sich in ihr auf das reichlichste verzweigen und durchflechten.

Diese reichliche Gefässentwickelung, welche namentlich in den Ciliarfortsätzen ihren Höhepunkt erreicht, scheint dazu bestimmt, die Flüssigkeit zu secerniren, welche den intraocularen Druck unterhält, da dieser bei der fortwährenden Filtration durch die Augenkapsel sonst rasch abnehmen müsste. Ausserdem dürften vielleicht die Gefässe der Chorioidea auch mit zur Ernährung der äusseren gefässlosen Netzhautschichten bestimmt sein, was um so wahrscheinlicher ist, als, wie schon oben erwähnt wurde, bei manchen Thieren die ganze Netzhaut gefässlos ist, wo also die Ernährung jedenfalls von der Aderhaut übernommen werden muss.

Aus der obigen Aufzählung der Gefässe des Ciliargefässsystems ist schon ersichtlich, dass sich die Arterien und Venen der Aderhaut keineswegs vollkommen entsprechen. Der Aderhauttractus lässt sich in Bezug auf seinen arteriellen Zufluss in zwei ziemlich getrennte Gebiete abtheilen: Das erstere, gebildet von der eigentlichen Chorioidea, erhält sein Blut durch die kurzen hinteren Ciliararterien, das zweite, bestehend aus Ciliarkörper und Iris, wird versorgt von den langen hinteren und den vorderen Ciliararterien.

Nur erhält der vorderste Theil der Chorioidea noch eine Anzahl rücklaufender Zweige aus dem vorderen Gebiete, wodurch eine Verbindung dieses mit dem hinteren art. Gebiete zu Stande kommt.

Anders verhält es sich mit dem venösen Abfluss: Der grösste Theil des Venenblutes der gesammten Aderhaut (Chorioidea, Ciliarkörper und Iris) hat einen gemeinschaftlichen Abfluss durch die Venae vorticosae, und nur ein Theil des Blutes des Ciliarmuskels ergiesst sich nach aussen durch die kleinen vorderen Ciliarvenen, welcher vordere Abfluss demnach an Mächtigkeit weit hinter dem anderen zurücksteht.

1. Arterien der Chorioidea.

Die Stämmchen der kurzen Ciliararterien liegen im hintersten Abschnitte der Chorioidea anfangs in der obersten Schichte dieser Membran, umhüllt von etwas lockerem, meist dunkel pigmentirtem Gewebe. Während ihres Verlaufs nach vorn machen sie zuerst einige starke Schlängelungen und treten dann allmählig unter fortwährenden dichotomischen Theilungen in die tieferen Schichten der Aderhaut ein. Die feinsten Zweige lösen sich in das gleichmässig die ganze Innenfläche der Chorioidea bedeckende Capillarnetz, die sogenannte Choriocapillaris auf. Die nach vorn ziehenden Verzweigungen zeichnen sich vor den Venen durch ihren mehr gestreckten Verlauf aus, während die in der Umgebung des Sehnerven befindlichen feineren Zweige wie die der Venen stark gewunden sind. Dieser Umstand und die grosse Zahl der in dieser Gegend vorkommenden Gefässe machen es, dass uns hier an gut injicirten Präparaten ein fast unauflösbares Gewirr von feinen Gefässen entgegen tritt.

Ausser den in Capillaren sich auflösenden Aesten kommen nicht, wie früher[1]) angenommen wurde, noch andere Aeste vor, welche direct in Venen übergehen. Die Annahme der letzteren beruht auf Täuschungen, welche bei Anwendung der früher gebräuchlichen opaken Injectionsmassen leicht vorkommen konnten, bei durchsichtigen gefärbten Flüssigkeiten aber vermieden werden.[2])

Die kurzen Ciliararterien gehen vollständig in dem Capillarnetz der Chorioidea auf und geben keine Aeste weiter nach vorn zum Ciliarkörper und der Iris ab. Die frühere Annahme solcher Aeste beruht auf Verwechselung mit Venen, welche vom Ciliarkörper zu den Venae vortic. sich begeben. Im Gegentheil erhält der vorderste Theil der Chorioida noch eine Anzahl rück-

1) Brücke, anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin, 1847, p. 14.

2) Th. Leber, Anat. Unters. über die Blutgefässe des menschl. Auges. Denkschr. der Akad. zu Wien. XXIV. Math. natw. Cl. p. 301. Ders., Unters. über den Verlauf und Zusammenhang der Gefässe im menschl. Auge. Arch. f. Ophth. XI. 1. p. 15.

laufender Aeste[1]) aus dem Ciliarkörper, von den langen hinteren und vorderen Ciliararterien. Dieselben laufen in wechselnder Zahl und Grösse und in grösseren Abständen zwischen den zahlreichen parallelen Venen des Orbiculus ciliaris nach rückwärts, versorgen den vordersten Abschnitt der Chorioidea mit Capillaren und anastomosiren auch theilweise mit den Endästen der kurzen h. Ciliararterien.

Das Capillarnetz bedeckt continuirlich die ganze innere Fläche der Aderhaut vom Sehnerveneintritt bis zur Grenze des Orbiculus cil. (welcher der Ora serrata der Netzhaut entspricht), und hört hier mit einem unregelmässig zackigen Rande auf. Seine Maschen sind in der Nähe des Sehnerven unregelmässig rundlich und sehr fein, werden aber, je weiter vom Sehnerven entfernt, um so mehr in die Länge gestreckt; der Längsdurchmesser übertrifft schliesslich den breiten Durchmesser um das 8—10fache; auch der Durchmesser der Capillaren selbst nimmt dabei etwas zu.

Im Orbiculus ciliaris kommen eigentliche Capillaren nicht vor.

2. Arterien des Ciliarkörpers und der Iris.

Die beiden langen hinteren Ciliararterien laufen nach ihrem Durchtritt durch die Sclerotica an der Aussenfläche der Aderhaut, ohne ihr Aeste zu ertheilen, in horizontaler Richtung nach vorn zum Ciliarmuskel. Hier theilen sie sich in zwei schräg aus einander weichende Aeste, welche in die Substanz des Muskels eindringen und, an seinem vorderen Ende angelangt, ganz in die circuläre Richtung umbiegen, so dass die beiden Aeste jeder Arterie einander im Umfange des Auges entgegenlaufen. Der hierdurch entstehende Gefässkranz wird vervollständigt durch Aeste der vorderen Ciliararterien, die direct aus der Sclerotica zum Ciliarmuskel gelangen. Hierdurch wird am vorderen Rande des Muskels ein geschlossener Arterienkranz erzeugt, Circulus arteriosus iridis major, welcher besonders die Iris und die Ciliarfortsätze versorgt, während die Arterien des Ciliarmuskels und die Rami recurrentes der Chorioidea ausser von ihm auch von den Ciliararterien direct abgegeben werden.

Bei manchen Thieren, bei welchen die Ciliarfortsätze weiter auf die Hinterfläche der Iris vorgerückt sind, z. B. beim Kaninchen, liegt der Circul. irid. maj. nicht mehr im Ciliarmuskel, sondern in der Iris, in einer kleinen Entfernung von ihrem Ciliarrande.

Ausser dem Circ. irid. major bilden die langen und vorderen Cil.-art. noch weiter hinten im Ciliarmuskel einen unvollständigen Kranz von Anastomosen.

---

1) Diese rücklaufenden Aeste wurden zuerst beschrieben und abgebildet von Haller (Tab. art. ocul. Tab. VI. Fig. 4) und von Zinn (Descr. anat. oc. hum. ed. ab H. A. Wrisberg Goett. 1780. p. 39) geriethen aber später in Vergessenheit, bis ich dieselben wieder auffand (loc. cit. p. 303 u. 306. Taf. II. 12).

Die Arterien des Ciliarmuskels verzweigen sich in baumförmiger Weise, wobei sie dem Zuge der Muskelbündel folgen, und erzeugen ein ziemlich dichtes, gitterförmiges Capillarnetz, das sich sehr wesentlich von dem Netz der darunterliegenden Ciliarfortsätze unterscheidet.

Die Arterien der Ciliarfortsätze stammen aus dem Circulus irid. major und müssen demnach sämmtlich, wie die der Iris, vorher durch den Ciliarmuskel hindurchtreten. Es sind kleine Aeste, welche sich rasch in eine grosse Menge von Zweigen auflösen, die vielfach unter einander anastomosiren, und sich allmählich erweiternd in die Anfänge der Venen übergehen. Diese capillaren Venen bilden durch reichliche Anastomosen ein sehr entwickeltes Gefässnetz, das die Hauptmasse der Ciliarfortsätze ausmacht.

Die bedeutende Vergrösserung der Oberfläche durch die zahlreichen, grösseren und kleineren blattartigen Hervorragungen und rinnenförmigen Vertiefungen, die grössere Weite der capillaren Venen, die dadurch bedingte Verlangsamung des Blutstroms und die Dünnwandigkeit der Gefässe wirken zusammen, um die Ciliarfortsätze zum hauptsächlichsten secretorischen Organ der Augenflüssigkeiten zu machen.

Die Arterien der Iris entspringen als zahlreiche, etwas geschlängelt verlaufende Stämmchen vom vorderen Rande des Circ. art. major. und vertheilen sich in der Iris in dichotomischer Weise. Sie haben im Verhältniss zu ihrem Caliber sehr dicke Wandungen. Ihre Verzweigungen treten an der Vorderfläche der Iris als radiär verlaufende und netzförmig anastomosirende Züge hervor von der Farbe des Irisgewebes, nur bei Albinotischen schimmert die Farbe des Blutes durch die Wandungen hindurch. Nicht weit vom Pupillarrande bilden die Arterien noch einen Kranz von Anastomosen, den sog. Circ. irid. minor.

Das Capillarnetz der Iris ist viel weitmaschiger als das der Aderhaut; am Pupillarrande biegen die feinsten Arterien schlingenförmig in die Anfänge der Venen um. Der Sphincter pupillae wird von einem besonderen, feineren Capillarnetze durchzogen.

3. Venen der Aderhaut.

Die Venae vorticosae *h*, in der Regel 4—6 grössere und oft noch eine wechselnde Anzahl kleinerer Gefässe (im Ganzen bis zu 10) zeichnen sich durch den radiär nach allen Richtungen ausstrahlenden, wirbelförmigen Verlauf ihrer Aeste aus. Die kleineren Gefässe bilden unvollkommene Vortices, indem sie nicht von allen Richtungen her Aeste aufnehmen. Die grösseren dagegen nehmen von allen Seiten, aus der eigentlichen Chorioidea, dem Ciliarkörper und der Iris Aeste auf. Ihre Verzweigungen bilden sehr zahlreiche Anastomosen und überkreuzen sich mit den mehr gestreckt verlaufenden Ciliararterien meist unter sehr spitzen Winkeln. Je zwei benachbarte Vortices gehen im hinteren Abschnitte der Chorioidea schlingenförmige Anastomosen ein, welche zuweilen noch von vorn her eine Anzahl mehr gestreckt verlau-

fender Aeste aufnehmen. Die Venen der Iris, der Ciliarfortsätze und ein Theil der Venen des Ciliarmuskels verlaufen als zahlreiche, ziemlich gleich starke, parallele und vielfach anastomosirende Gefässe durch den Orbiculus ciliaris (nicht gefalteten Theil des Ciliarkörpers) nach rückwärts zur Chorioidea. Im Bereich des Ciliarkörpers liegen sie alle an der Innenfläche der Membran und treten erst von der Ora serrata an zur Aussenfläche der Choriodea hin. Sie vereinigen sich allmählig zu immer stärkeren Verzweigungen, nehmen, im Bereich der Chorioidea angelangt, auch aus dieser Aeste auf und stellen dann die vorderen Aeste der Venae vort. dar.

Diese parallelen Venen des Orbiculus cil., zwischen welchen in grösseren Abständen die Aa. recurrent. verlaufen, wurden früher zum grossen Theil für Arterien gehalten und gaben zur Annahme der sog. vorderen Aeste der Aa. cil. post. brev. Veranlassung.

Nur ein Theil der Venen des Ciliarmuskels sammelt sich zu den kleinen VV. cil. ant., *c'*, welche in der Nähe des Hornhautrandes die Sclerotica durchbohren und sich in die Venen der geraden Augenmuskeln ergiessen.

Diese Venen stehen in Zusammenhang mit dem in der tiefsten Schichte der Sclerotica gleich neben dem Hornhautrande liegenden, von Schlemm entdeckten venösen Gefässkranz *u*, gewöhnlich Canalis Schlemmii, Circulus, auch Sinus venosus corneae, von mir Plexus ciliaris venosus genannt[1]. Derselbe ist nämlich kein einfacher Canal, sondern ein plexusartiger Kranz von Venen, Rouget[2], welcher jedoch an verschiedenen Augen und an verschiedenen Stellen des Umfangs desselben Auges ein etwas verschiedenes Aussehen darbietet. In der Regel findet man allerdings, der gewöhnlichen Beschreibung entsprechend, eine grosse, bis 1/4 Mm. breite, abgeplattete und sehr dünnwandige Vene, welche aber fast allenthalben von einer oder selbst mehreren kleinen Venen begleitet wird, die sich von ihr abzweigen und nach kurzem Verlaufe wieder mit ihr verbinden. An manchen Stellen kann die grössere Vene durch Theilung in 2, 3 oder mehrere entsprechend feinere Aeste zerfallen, welche unter einander anastomosiren und sich allmählig wieder zu einem grösseren Gefässe vereinigen. Sehr oft verbinden sich die beiden aus der Theilung entstandenen Aeste sofort wieder, so dass in den Verlauf der breiten Vene, so zu sagen, eine kleine Insel eingeschaltet ist. Seltener kommt eine grössere Zahl (5—7) kleinerer, getrennt neben einander verlaufender oder sich theilweise überdeckender, vielfach anastomosirender Venen vor, die alsdann einen zierlichen Plexus bilden, aber gleichfalls allmählig wieder zu einem grösseren Gefäss zusammentreten.

Der plexusartige Charakter des Gefässkranzes ist nicht an allen Augen gleich stark entwickelt; er tritt besonders an denjenigen Stellen des Umfangs hervor, wo die aus dem Ciliarmuskel kommenden Venen sich mit ihm verbinden. Diese begeben sich am vorderen Ende des Muskels zur Innen-

---

1) Loc. cit. p. 19. Abbildung Taf. III, und Arch. f. Ophth. XI. 1. Taf. II. Fig. 2.

2) Rouget, Compt. rend. et Mém. de la Soc. de Biologie 1856. p. 118.

fläche der Sclerotica (in einem Falle zählte ich deren 12—14), theilen sich in der Nähe des Venenkranzes in mehrere, unter einander anastomosirende Aeste, welche theils die Sclerotica in schräger Richtung durchbohren, um sich mit dem episcleralen Venennetze (s. u.) und den Venen der geraden Augenmuskeln zu verbinden, theils mit dem Circulus venosus in Verbindung treten. An diesen Stellen erscheint der letztere oft verbreitert, indem er sich direct in das Netz der aus dem Ciliarmuskel austretenden Venen fortsetzt, oder er stellt selbst ein circuläres Venennetz dar.

Auch auf senkrechten Schnitten durch die Gegend des Hornhautrandes, besonders an injicirten Präparaten, findet man fast immer neben dem einen grossen Gefässlumen ein oder mehrere kleinere, oder man sieht 2 oder mehrere Lumina, die nicht selten unter einander anastomosiren.

Der Schlemm'sche Venenkranz scheint eine Art Reservoir darzustellen für das Blut des Ciliarmuskels bei den wechselnden Contractionszuständen des letzteren. Nach seiner Lage könnte die Contraction des Muskels wohl eine Erweiterung der ihn bildenden Gefässe zur Folge haben.

Bei den meisten Thieren kommt an der entsprechenden Stelle ein circulärer Venenplexus vor (Rouget, G. Meyer, Iwanoff & Rollett).

In der vorstehenden Beschreibung glaube ich den von Henle [1]) meiner früheren Beschreibung gemachten Vorwurf vermieden zu haben, dass ich den plexusartigen Charakter des Circ. venosus zu sehr in den Vordergrund gestellt habe. Ich war übrigens niemals, wie Henle [2]) zu glauben scheint, der Ansicht, dass der Kranz allenthalben aus einer grösseren Anzahl von kleineren Gefässen gebildet würde.

Die Verwechselung des Circul. venos. mit dem sogenannten Fontana'schen Canal (der beim Ochsen, aber nicht beim Menschen vorkommt), die schon früher grosse Verwirrung angerichtet hat, und welche neuerdings wieder Pelechin [3]) sich hat zu Schulden kommen lassen, ist schon früher von Brücke [4]) und Rouget [5]), neuerdings von Iwanoff und Rollett [6]) zurückgewiesen worden.

Ein Analogon des eigenthümlichen Balkengewebes, welches den Fontana'schen Raum erfüllt, kommt nach diesen Forschern auch beim Menschen vor, wenn auch in sehr viel geringerer Mächtigkeit; es ist das sogen. Ligam. pectinatum, das sich vom Rande der Descemet'schen Haut über den Circulus venosus hinüber nach der Insertion des Ciliarmuskels und dem Ursprung der Iris hin erstreckt.

---

1) Jahresber. über d. Fortschr. d. Anat. pr. 1865. Zeitschr. f. rat. Med. 3. XXVII, p. 96—97. 2) Handb. d. Anat. III. 1 (Gefässlehre), p. 344 in der Note.
3) Ueber den sog. Kanal von Fontana od. Schlemm, im Arch. f. Ophth. XIII. 2. p. 425 ff.
4) Anat. Beschr. d. menschl. Augapf. p. 52 u. 53.
5) Loc. cit. p. 117. 6) Iwanoff & Rollett, Bemerk. zur Anat. d. Irisanheftung etc. Arch. f. Ophth. XV. 1. p. 23 ff.

Der Circ. venos. lässt sich beim Menschen von den Gefässen der Art. sowohl als der Ven. ophth. aus injiciren [1]), wenn auch nicht leicht ohne Extravasat. Durch solche Extravasate wird die plexusartige Beschaffenheit des Venenkranzes mehr oder minder verdeckt, man erkennt erstere aber leicht an dem Mangel der scharfen Begrenzung. Noch leichter entstehen Extravasate bei der directen Injection durch Einstich, wozu man früher in der Regel Quecksilber benutzte. Doch habe ich neuerdings gefunden, dass sich auf diesem Wege mit Berlinerblau-Glycerin der Gefässkranz mit grosser Leichtigkeit und wenigstens theilweise ohne Extravasat injiciren lässt, und dass dabei die Masse bis in die feinsten Verzweigungen der episcleralen Venen und in die des Ciliarmuskels schon bei niedrigem Drucke eindringt.

Diese Erfahrungen bei der Injection, der gelegentliche Blutgehalt an der Leiche, besonders bei Erhängten (Schlemm), und der Nachweis einer dünnen Gefässwand, der sich auf dem Querschnitt ohne Mühe liefern lässt, dürften zusammengenommen die immer noch von manchen Seiten bezweifelte Blutgefässnatur des Circ. venosus endgültig darthun. [2])

c. Der Hornhautrand.

Am vorderen Theil der Sclerotica, so weit sie von Bindehaut überzogen ist, bis zum Hornhautrande lassen sich 2 Gefässschichten unterscheiden, eine tiefe, episclerale oder subconjunctivale, von den Verzweigungen der vorderen Ciliargefässe gebildete, und eine oberflächliche oder conjunctivale Gefässschicht, welche nur am Hornhautrande mit der ersteren zusammenhängt.

Die vorderen Ciliararterien laufen nach ihrem Austritt aus dem Muskel meist stark geschlängelt nach dem Hornhautrande zu, wobei sie eine Anzahl feiner episcleraler Aeste abgeben, während ihre Hauptäste die Sclerotica perforiren. In der Regel gibt jeder Muskel 2 Gefässe ab, der R. ext. aber meist nur ein einziges. In manchen Fällen stammt an der lateralen Seite eine Arterie von den Palpebralgefässen ab und nimmt in der Bindehaut ihren Verlauf, um erst nahe dem Hornhautrand durch die Sclerotica hindurchzutreten.

Die vorderen Ciliarvenen unterscheiden sich von den Arterien durch ihre geringere Dicke (wegen der viel unbedeutenderen perforirenden Aeste) und durch den mehr gestreckten Verlauf ihrer gröberen Verzweigungen. Ihre episcleralen Aeste dagegen übertreffen die der Arterien an Weite, wie dies bei gleichem Verästelungsgebiet die Regel ist. Sie sind unter

1) Wenn dies Pelechin (loc. cit. p. 440) nicht gelungen ist, so kann ich dem nur meine Erfahrung entgegen halten, nach welcher bei sonst gelungenen Injectionen die Füllung des circ. venosus die Regel ist.

2) Erst nach Abfassung obiger Zeilen erschien die Arbeit von Schwalbe, über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzung, in deren zweitem Theil (M. Schulze's Arch. VI. p. 261—362) der Verf. den Schlemm'schen Canal für einen Lymphraum erklärt und von dem Ciliarplexus vollkommen trennt. Ich muss dem gegenüber die oben ausgesprochene Ansicht entschieden aufrecht erhalten.

einander verbunden durch ein sehr entwickeltes Netzwerk feiner Venen mit ziemlich engen polygonalen Maschen, das wegen seiner Lage den Namen des episcleralen Venennetzes hat und den Hornhautrand in einer Breite von circa 4 Mm. umgiebt.

Die episcleralen Aeste der Arterien und Venen entsprechen sich in ihren Verzweigungen ziemlich, die Arterien sind constant feiner und verlaufen mehr gestreckt als die Venen, im Gegensatz zu dem Verhalten der Stämme.

Nach Abgabe von kleinen Zweigen zur Sclerotica laufen sie unter fortwährenden Theilungen und zahlreichen bogenartigen Verbindungen nach dem Hornhautrande zu und geben hier in regelmässigen Abständen feine Zweige zur Bindehaut ab, die

Vorderen Bindehautarterien und Venen. Dieselben biegen in der Bindehaut nach rückwärts um, versorgen die innerste, 3—4 Mm. breite Zone der Bindehaut und anastomosiren mit den peripherischen oder hinteren Bindehautgefässen. Die Venen begleiten hier constant die Arterien, entweder einfach oder doppelt, je eine auf jeder Seite.

Die Enden der episcleralen Gefässe laufen unter fortwährenden Theilungen und Anastomosen über den Hornhautrand hinüber und erzeugen das Randschlingennetz der Hornhaut, das den peripherischsten Saum der Hornhaut in einer Breite von 1, höchst. 2 Mm. einnimmt und meistens am obern und unteren Rande etwas breiter ist als an den Seiten.

An den capillaren Schlingen unterscheidet man einen schmäleren, aufsteigenden arteriellen und einen allmählig weiter werdenden absteigenden venösen Schenkel.

Weiter in die Hornhaut hinein dringen beim Menschen nach der Geburt keine Gefässe vor.

Beim Fötus fand J. Müller Gefässe auf der ganzen Vorderfläche der Hornhaut. Bei manchen Thieren, z. B. beim Schaf und Ochsen, reichen auch im erwachsenen Zustande die Gefässe viel weiter in die Hornhaut hinein. Beim Ochsen kann man sehr deutlich oberflächliche Randschlingen mit flachen Bogen von tiefen, viel weiter in die Hornhaut eindringenden, die Nerven begleitenden Gefässschlingen unterscheiden. Beim Schaf sah Coccius die letzteren bis zur Hornhautmitte vordringen.

Bei Keratitis treten sehr häufig in der Hornhaut neugebildete Gefässe auf, welche in allen Schichten derselben ihre Lage haben können.

III. Bindehautgefässsystem.

Der grössere peripherische Theil der Scleralbindehaut, die Uebergangsfalte und der Tarsaltheil werden versorgt von den Gefässen der Lider, Aa. palp. med. und lat., und den entsprechenden Venen.

Zur Scleralbindehaut treten an der Uebergangsfalte eine Anzahl kleiner, baumförmig verzweigter Gefässe, Aa. und Vv. conj. post. Fig. 1, *d*, *d*.

Wie bei den vordern Bindehautgefässen werden die Arterien von einer oder zwei Venen in ihren Verzweigungen begleitet. Ihre Enden anastomosiren mit denen der vorderen Bindehautgefässe. Das Capillarnetz ist ziemlich locker, wird aber gegen die Uebergangsfalte hin immer feiner und erreicht seine grösste Entwickelung in den kleinen papillenartigen Erhabenheiten der Lidbindehaut.

Die hinteren Bindehautgefässe sind am lebenden Menschenauge sichtbar, insbesondere die Venen, als kleine, mit der Bindehaut verschiebbare Gefässchen, die sich ausser dem Verlauf durch ihre mehr hellrothe Farbe und ihr geringeres Caliber von den vorderen Ciliararterien unterscheiden, welche letzteren eine mehr carminrothe Farbe haben und sich nicht mit der Bindehaut verschieben. Der Farbenunterschied ist dadurch bedingt, dass die letzteren Gefässe durch die weisslich trübe Bindehaut gedeckt werden. Die vorderen Bindehautgefässe sind wegen ihrer Feinheit kaum sichtbar, ebenso die vorderen Ciliarvenen, treten aber bei Reizung des Auges deutlich hervor, indem sie sich bedeutend erweitern. Die Injection des episcleralen Venennetzes bewirkt in der Umgebung der Hornhaut eine diffuse bläuliche Röthe, welche in patholog. Fällen einen Reizzustand der vom Ciliargefässsystem versorgten Theile, also des Uvealtractus oder der Hornhaut anzeigt.

IV.

Die Lymphbahnen des Auges.

Von

G. Schwalbe.

Die in den Geweben des Auges gebildete Lymphe findet ihren Abfluss aus dem Augapfel nach drei verschiedenen Richtungen hin. Der Theil derselben, welcher aus der Iris und den Ciliarfortsätzen stammt, sammelt sich zunächst in der vorderen Augenkammer, welche in der Gegend des Schlemm'schen Canales ihre Abflusswege besitzt. Der Petit'sche Canal steht mit diesem Systeme in directer Verbindung. Wir können diese Bahnen mit Einschluss der Lymphgefässe der Conjunctiva und des Canälchennetzes der Cornea als die vorderen Lymphbahnen des Auges bezeichnen. Alle hinter dem Ciliarkörper gelegenen Theile des Auges entleeren ihre Lymphe auf zwei anderen Wegen, und zwar die Chorioidea und Sclerotica neben den Austrittsstellen der Venae vorticosae aus dem Bulbus, die Retina dagegen in ganz selbständiger Weise innerhalb des Nervus opticus. Die beiden letzteren Systeme kann man als die hinteren Lymphbahnen des Auges zusammenfassen und ihnen noch einen Lymphraum anschliessen, welcher sich zwischen den beiden Opticusscheiden befindet.

1. Die hinteren Lymphbahnen des Auges.

a) Die Abflusswege für die in der Chorioidea und Sclerotica gebildete Lymphe.

Im eigentlichen Gewebe der Sclerotica sind ebenso wenig wie in der Gefässschichte der Chorioidea Lymphgefässe gefunden worden. Die in diesen Häuten gebildete Lymphe gelangt zunächst in zwei grosse spaltförmige Räume, die unter einander in directer Verbindung stehen (vgl. Fig. 369). Der eine dieser Räume (*p*) befindet sich zwischen Sclerotica und Chorioidea in der ganzen Ausdehnung dieser Häute vom Ciliarkörper an bis ganz in die Nähe der Eintrittsstelle des

Opticus in den Bulbus. Er ist, weil er rings die Choroidea umgiebt, als Perichorioidalraum bezeichnet worden. Bei den Vögeln stellt er eine nach Art der serösen Höhlen von zwei glatten Wänden begrenzte Spalte dar. Bei den Säugethieren finden sich zwischen den beiden Membranen meist zahlreiche Verbindungsbrücken, die in manchen Augen (Hund, Mensch) bis zu einem reichlichen Maschenwerke heranwachsen können, das als Membrana suprachorioidea bezeichnet worden ist. Der Theil dieses Gewebes, welcher beim Abziehen der Chorioidea von der Sclerotica auf letzterer sitzen bleibt, wird auch wohl Lamina fusca der Sclerotica genannt. Der Bau des Maschenwerks der Suprachorioidea ist folgender: Es besteht aus zahlreichen, sehr platten Lamellen, deren Grundlage durch ein reichliches Netzwerk elastischer Fasern gebildet wird. Diesem Netzwerke fest aufgedrückt sind zahlreiche, sehr platte, mehr oder weniger verästelte Pigmentzellen, die oft, wenn sie zu vielen neben einander liegen, eine epithelähnliche Anordnung zeigen. Bei manchen Thieren, z. B. beim Schwein, finden sich constant neben diesen Pigmentzellen noch kleinere platte farblose Zellen. Beide Seiten der so zusammengesetzten elastischen Lamelle, oder, wo dieselbe fest auf dem Gewebe der Sclerotica aufliegt, nur die eine Seite, werden von einem sehr dünnen, glashellen Häutchen überzogen, das von Stelle zu Stelle ellipsoidische, über die Ebene des Häutchens prominirende Kerne trägt. Behandelt man diese Membranen mit Silbernitratlösungen von $^1/_4$ bis $1\,^0/_0$, so erhält man auf ihnen ein schönes Netzwerk schwarzer Silberlinien, in welchem jeder Masche einer der ellipsoidischen Kerne entspricht. Die elastischen Lamellen der Suprachorioidea werden somit von einem Endothel bekleidet, welches sich von dem anderer Lymphwege wenig unterscheidet. Es lässt sich sowohl auf der Aussenseite der Chorioidea als auf der inneren Seite der Sclerotica nachweisen, das ganze perichorioidale Höhlensystem continuirlich auskleidend.

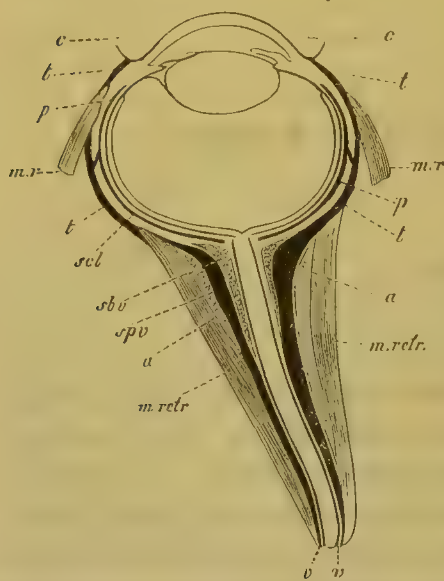


Fig. 369. Schematische Darstellung der hinteren Lymphbahnen des Auges vom Schwein mit Ausnahme der Lymphgefässe der Retina. Links ist das Verhalten der an den Augapfel sich ansetzenden Muskelsehnen zum Tenon'schen Raume (*t*) wiedergegeben; rechts ist letzterer auch neben den Muskel-Ansätzen angedeutet. Die Bedeutung der meisten Buchstaben s. im Text. Ausserdem bedeutet: *a* eine Fettschicht zwischen Musculus retractor und supravaginalem Raume. *c* Conjunctiva. *m.r* Musculi recti. *m.retr.* Musculus retractor bulbi. *v* äussere oder fibröse Scheide des Sehnerven.

Macht man Injectionen in den Perichorioidalraum, so bemerkt man, dass die Injectionsmasse an vier Stellen der Bulbusoberfläche nach aussen in den zweiten der oben erwähnten spaltförmigen Lymphräume abfliesst, und zwar

liegen diese Stellen dicht hinter den Austrittsstellen der Venae vorticosae. Eine genauere Untersuchung dieser Gegend ergiebt, dass das Lymphgefäss anfangs die schräg die Sclerotica durchziehende Vene scheidenartig umhüllt (Fig. 370), aber kurz vor dem Austritt auf die Oberfläche des Augapfels sich ganz an die untere innere Seite dieses Blutgefässes begiebt. Sein Verlauf durch die Sclerotica ist also zum grössten Theil perivasculär. Auf der Oberfläche des Bulbus angekommen, breitet sich nun die Injectionsmasse in einem Lymphraume aus, der sich zwischen Sclerotica und Tenon'scher Fascie befindet und als Tenon'scher Raum (Fig. 369 *t*) bezeichnet werden kann. Derselbe ist vollständig von einer endothelialen Zellenschicht bekleidet, ähnlich der den Perichorioidalraum begrenzenden. Mit Argentum nitricum lässt sich leicht auf der Oberfläche der Sclerotica ein Netzwerk schwarzer Silberlinien darstellen. An den Stellen, wo die Augenmuskeln sich an den Bulbus ansetzen, erleidet der Tenon'sche Raum jedesmal eine Unterbrechung; er setzt sich aber nicht in die Sehnenscheiden fort, sondern ist nach dieser Seite hin vollständig abgeschlossen. Bei den Säugethieren zerfällt er durch den Ansatz des Musculus retractor bulbi (Fig. 369 *m. retr*) in eine vordere grössere und hintere kleinere Abtheilung.

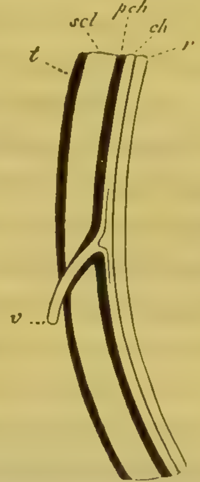


Fig. 370. Schematische Zeichnung des Durchtritts einer Vena vorticosa und ihres perivasculären Raumes durch die Sclerotica nach den beim Schwein gefundenen Verhältnissen. *r* Retina. *ch* Chorioidea. *pch* Perichorioidalraum, injicirt. *scl* Sclerotica. *t* Tenon'scher Raum. *v* Vena vorticosa.

Am hinteren Pole des Auges um die Eintrittsstelle des Opticus herum hängt der Tenon'sche Raum mit einem anderen Lymphraum zusammen, der scheidenartig die äussere fibröse Scheide des Opticus umgiebt und dieser Lage wegen als supravaginaler Raum bezeichnet werden kann (Fig. 369 *spv*). Derselbe mündet schliesslich durch den Canalis opticus in den Arachnoidalraum des Gehirns, welch' letzterer, wie dies Injectionen unter die Dura mater ergeben, mit den Lymphgefässen des Halses in directer Verbindung steht.

b) Die Lymphwege der Retina.

Die Lymphgefässe der Retina umgeben, wie His ([7 und 8]) gefunden hat, scheidenartig die Blutgefässe dieser Membran: sie sind perivasculäre Canäle von derselben Beschaffenheit, wie sie von dem genannten Forscher auch im Hirn und Rückenmark nachgewiesen wurden. Die Venen und Capillaren sind von diesen Lymphscheiden vollständig umgeben, während die Arterien wahrscheinlich nur streifenweise von den Lymphgefässen begleitet werden. Eine Injection der Lymphwege der Retina kann man erzielen, wenn man die Injectionsmasse unter starkem Druck in die Blutgefässe treibt. Letztere reissen dann an einigen Stellen, und von diesen Rissstellen aus verbreitet sich die Masse in den perivasculären Canälen. Der Abfluss der Retinalymphe findet

durch die Lamina cribrosa in den Opticus hinein statt. Ueber den weiteren Verlauf dieser Abflusswege ist noch nichts Näheres bekannt. Nach His enthält der äussere Theil des Sehnerven ein reiches Netz von Lymphgefässen, die aber hier nicht mehr perivasculär verlaufen.

Mit den perivasculären Canälen der Retina steht wahrscheinlich noch ein Raum in Verbindung, der von Henle und Merkel (9) beschrieben wurde und zwischen der Limitans interna und der Opticusfaserschichte der Retina gelegen ist. Es fanden sich in diesem Raume Lymphkörperchen; eine Injection desselben ist jedoch noch nicht gelungen.

In welcher Beziehung das Gewebe des Glaskörpers zum Lymphgefässsysteme steht, ist noch unbekannt. Stilling (11) fand, dass am Schweinsauge sich leicht durch Aufträufeln einer Carminlösung auf die hintere Fläche des Glaskörpers ein den letzteren von hinten nach vorn durchsetzender centraler Canal füllen lässt, den er für einen Lymphcanal erklärt. Die von Iwanoff (10) beschriebenen perivasculären Canäle der Frosch-Hyaloidea sind die Analoga der perivasculären Canäle der Säugethier-Retina.

c) Ein Lymphraum, welcher mit den beiden soeben beschriebenen Systemen in keinem Zusammenhange steht, befindet sich zwischen den beiden Opticusscheiden in der ganzen Ausdehnung derselben vom Bulbus bis in den Canalis opticus. Er kann wegen seiner Lage unter der fibrösen Scheide des Sehnerven als subvaginaler Raum (Fig. 369 *sbv*) bezeichnet werden. Er mündet direct in den Arachnoidalraum. An der Eintrittsstelle des Opticus in den Augapfel erstreckt er sich bis dicht unter die Chorioidea, ohne jedoch mit dem Perichorioidalraume eine Verbindung einzugehen. Seine Wandungen sind von einem leicht in kleine kernhaltige Plättchen zerlegbaren Endothel ausgekleidet. Sie werden durch ein reichliches Netz zarter bindegewebiger Balken verbunden, die ebenfalls von einer Endothelscheide rings umschlossen werden. Solche Scheiden lassen sich oft leicht vollständig isoliren und stellen dann glashelle mit elliptischen Kernen besetzte Häutchen dar.

2. Die vorderen Lymphbahnen des Auges.

a) Das System der vorderen Augenkammer.

Die vordere Augenkammer ist ein Sammelbehälter für die aus der Iris und den Ciliarfortsätzen stammende Lymphe. Ein Zufluss in die vordere Augenkammer findet an zwei Stellen statt: aus dem Petit'schen Canale durch die capillare Spalte zwischen Pupillarrand der Iris und vorderer Linsenfläche, und zweitens aus dem Ciliarkörper durch die Lücken zwischen den Balken des Ligamentum pectinatum.

Der Petit'sche Canal umgiebt rings den Linsenrand, sich seitlich als feine Spalte bis zur Ora serrata erstreckend. Sein Lumen communicirt durch eine Reihe feiner Spalten, die sich in der Zonula ciliaris dicht am Linsenrande befinden, mit der hinteren und durch diese mit der vorderen Augenkammer.

Er lässt sich besonders im Schweinsauge sehr leicht von der vorderen Augenkammer aus injiciren. Unter normalen Verhältnissen kann jedoch eine Flüssigkeitsströmung nur vom Petit'schen Canale nach der vorderen Augenkammer zu stattfinden, nicht in umgekehrter Richtung, weil in letzterem Falle die Iris einen ventilartigen Abschluss der vorderen Augenkammer bildet, der erst in Folge der Gestaltveränderung des Augapfels bei Erhöhung des intraocularen Druckes, wie man eine solche bei Injectionen in die vordere Augenkammer erzielt, überwunden werden kann.

Die Hauptzuflüsse der vorderen Augenkammer münden in diese durch die Lücken zwischen den Balken des Ligamentum pectinatum und führen ihr die Lymphe aus einem grossen Theile des Ciliarkörpers und wahrscheinlich auch aus der Iris zu. Es gelang bis jetzt nur am Schweinsauge, einen Theil dieses Quellengebiets durch Injection von gelöstem Berliner Blau in die vordere Augenkammer zu füllen, und zwar eine von einem bindegewebigen Maschenwerke durchzogene Spalte, die sich rings vom Fontana'schen Raume bis an das hinterste Ende des Ciliarkörpers erstreckt und in diesem zwischen dem Ciliarmuskel und der Pars ciliaris retinae liegt. Auch im Auge des Menschen dringt die Injectionsmasse an dieser Stelle eine Strecke weit im Ciliarkörper vor. Die Balken des Fontana'schen Raumes der Säugethiere, sowie die ihnen entsprechenden Balken des Ligamentum pectinatum des Menschen werden von vollständigen Endothelscheiden überzogen, welche ganz denen gleichen, die die Balken des subvaginalen Raumes überziehen.

Die vordere Augenkammer selbst ist vorn vom Epithel der Descemet'schen Haut, hinten vom Epithel der vorderen Irisfläche ausgekleidet, die beide im Winkel der vorderen Augenkammer auf den Balken des Ligamentum pectinatum continuirlich zusammenhängen, so jedoch, dass dort Spalten bleiben, mittelst deren das Maschensystem des Fontana'schen Raumes mit der vorderen Augenkammer communicirt. Letztere hat ihre Abflusswege in der Gegend des Randes der Descemet'schen Haut durch den Schlemm'schen Canal in die Venae ciliares anticae. (15) Dies geht daraus hervor, dass bei Injectionen von Berliner Blau in die vordere Augenkammer stets eine Füllung dieser Venen, nie von Lymphgefässen eintritt. Diese Venenfüllung erfolgt bei frischen Schweinsaugen schon unter einem Drucke von 20 Mm. Quecksilber, und beweist dies, dass die Injectionsmasse auf gebahnten Wegen in die Venen gelangen muss, dass ihr Uebertritt in Blutgefässe nicht etwa erst durch Zerreissung von Gewebstheilen ermöglicht wird. Auch durch Annahme einer Filtration ist die intensive blaue Injection der Venen nicht zu erklären, da die blaue Injectionsmasse als solche nie durch Gefässwandungen filtrirt.

Um die Art und Weise kennen zu lernen, wie der Zusammenhang der vorderen Augenkammer des Menschen mit den Venen stattfindet, wird es nothwendig, Meridionalschnitte durch das Corpus ciliare solcher Augen zu untersuchen, bei denen eine Venenfüllung durch Injection in die vordere Augenkammer erzielt ist. An solchen Schnitten bemerkt man zunächst, dass

von der vorderen Augenkammer aus gleich hinter dem Rande der Descemet'schen Membran ein kurzer Streifen blauer Masse schräg nach hinten und aussen zum Schlemm'schen Canale zieht. Der letztere ist von der Injectionsmasse ebenfalls vollständig erfüllt. In der Sclerotica bemerkt man an vielen Präparaten injicirte Gefässe, die vom Schlemm'schen Canale aus durch die Faserhaut nach hinten und aussen verlaufen. Diese Gefässe sind, wie eine genaue histologische Untersuchung ergab, bestimmt Venen. Den Schlemm'schen Canal dagegen muss man nach Allem für einen Lymphraum halten, da er in der Beschaffenheit seiner Wandungen sich wesentlich anders verhält, wie eine Vene. Er communicirt mit der vorderen Augenkammer durch ein System feiner Spalten. Diese Spalten finden sich zwischen den elastischen Ringfasern und gefensterten Membranen, die sich vom Rande der Descemet'schen Membran als modificirte Fortsetzung dieser Haut bis an die hinterste Insertionsstelle des Ciliarmuskels erstrecken und nach innen mit dem Balkenwerk des Fontana'schen Raumes zusammenhängen. Dieses eigenthümliche Gewebe überbrückt eine Rinne, die auf der Innenseite des vorderen Endes der Sclerotica, da wo sie mit der Cornea sich verbindet, gelegen ist, und schliesst so diese Rinne zu einem spaltförmigen Ringcanal ab. Letzterer ist nun nichts Anderes, als der Schlemm'sche Canal. Der Ciliarplexus von Leber liegt, wie dieser Forscher selbst angiebt [1]), schon im compacten Gewebe der Sclerotica gleich nach aussen von dieser Rinne.

In manchen Fällen finden sich statt eines klaffenden Lumens deren zwei oder noch mehr, und wird durch diese Fälle ein Uebergang zu den Augen der Säugethiere gebildet, bei denen man an der entsprechenden Stelle stets nur mehrere kleine Lumina erkennt, die aber immer nach innen von der Scleralrinne gelegen sind.

In welcher Weise der Schlemm'sche Canal mit den Venen seiner Nachbarschaft in Verbindung stehe, ist noch nicht bekannt. Wahrscheinlich finden sich hier Klappenvorrichtungen, die bei normalen Druckverhältnissen einen Uebergang von Venenblut in den Schlemm'schen Canal verhindern.

Wenn man bedenkt, welches die Folgen sein würden, wenn die vordere Augenkammer in Lymphgefässen ihre bequemen Abzugscanäle besässe, so begreift man leicht den Sinn der oben beschriebenen Verhältnisse. Wären Lymphgefässe die Abflusswege des Humor aqueus, so würde sich offenbar der in der vorderen Augenkammer herrschende beträchtliche Druck nicht halten können, da bei dem geringen Drucke in den Lymphgefässen ein rascher Abfluss des Kammerwassers stattfinden müsste, der durch die Transsudation neuer Flüssigkeit aus den Gefässen unmöglich compensirt werden könnte, es würde die vordere Augenkammer collabiren. Dies wird aber verhütet durch

---

1) Anatomische Untersuchungen über die Blutgefässe des menschlichen Auges. Denkschriften der kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien. Math.-naturw. Classe. Bd. 24. p. 316.

die Einmündung derselben in die Venen durch Vermittlung des Schlemm'schen Canals. Dadurch, dass in den kleinen Venen der Druck beträchtlich höher als in den entsprechenden Lymphgefässen ist, ferner durch die Widerstände, welche die Flüssigkeit bei ihrem Wege von der vorderen Augenkammer in den Schlemm'schen Canal in dem engen Spaltensysteme zu überwinden hat, wird es möglich, dass der Druck in der vorderen Augenkammer sich auf seiner Höhe erhält, dass sich Zu- und Abfluss das Gleichgewicht halten.

b) In Betreff des Canälchensystems der Cornea ist auf die Beschreibung der Cornea in diesem Handbuche zu verweisen.

c) Die Lymphgefässe der Conjunctiva.

Die Lymphgefässe der Conjunctiva wurden von F. Arnold (5) entdeckt und von Teichmann (6) genauer beschrieben. Sie entspringen auf dem Rande der Cornea, wo sie ein feines Netzwerk von etwa 1 Mm. Breite bilden, das weiter nach aussen continuirlich in das etwas weitmaschigere Lymphgefässnetz der Conjunctiva scleroticae übergeht. In dieser werden die Stämmchen bald stärker und verlaufen im Allgemeinen meridional, durch zahlreiche kurze dünnere Querästchen mit einander anastomosirend. Aus dem engen Netz am Cornealrande verlaufen nach Teichmann einzelne Aestchen bis 0,1 Mm. weit in meridionaler Richtung nach dem Centrum der Cornea zu. Vielleicht entsprechen dieselben den von Kölliker (3), His (1) und Sämisch (2) vom Cornealrande beschriebenen gefässartigen und als Lymphgefässe gedeuteten Bildungen.

Nach Lightbody (4) sind die Capillaren des Hornhautrandes von Lymphscheiden umgeben. Ich konnte mich jedoch von der Richtigkeit dieser Angabe in keinem Falle überzeugen.

Literatur.

Conjunctiva.

1) His, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Cornea, p. 71. Basel 1856.
2) Sämisch, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges. Leipzig 1862.
3) Kölliker, Gewebelehre. 5. Aufl. 1867. — Mikroskopische Anatomie. Bd. II, 1854. p. 621.
4) Lightbody, On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journal of anat. and physiol. I. 1867.
5) F. Arnold, Handbuch der Anatomie. Bd. II, p. 986.
6) Teichmann, Das Saugadersystem. Leipzig 1861, p. 65.

Retina und Glaskörper.

7) His, Ueber ein perivasculäres Canalsystem in den nervösen Centralorganen und dessen Beziehungen zum Lymphsystem. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 1865.
8) His, Lymphgefässe der Retina. Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. IV. 1866. p. 256.
9) Henle und Merkel, Ueber die sogenannte Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems. Zeitschr. f. ration. Medicin (3). Bd. 34.
10) Iwanoff, Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Frosch-Glaskörpers. Medicin. Centralblatt. 1868. N. 9. p. 129.
11) Stilling, Zur Theorie des Glaucoms. Archiv f. Ophthalmologie. 1868.

Allgemeines.

12) G. Schwalbe, Ueber ein mit Endothel bekleidetes Höhlensystem zwischen Chorioidea und Sclerotica. Medicin. Centralblatt. 1868. N. 54.
13) G. Schwalbe, Der Arachnoidalraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit dem Perichorioidalraum. Ibid. 1869. N. 30.
14) G. Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges und ihre Begrenzungen. M. Schultze's Archiv. Bd. VI. 1870. p. 1.
15) G. Schwalbe, Untersuchungen über die Lymphbahnen des Auges etc. II. Theil. M. Schultze's Archiv. Bd. VI. 1870. p. 261.

V.

Glaskörper.

Von

Prof. A. Iwanoff.

Der Glaskörper füllt den grössten Theil der Bulbushöhle aus und ist an seinen hinteren und seitlichen Theilen von der Netzhaut umgeben. Seine Vorderfläche vertieft sich zur tellerförmigen Grube, in welcher die Linse von der Kapsel umschlossen liegt. Vom Rande der Linse bis zu den Firsten der Ciliarfortsätze ist seine Oberfläche frei und der Zonula Zinnii zugekehrt. Den vorausgesetzten Zwischenraum zwischen diesem freien Theile der Glaskörperoberfläche und der Zonula Zinnii nennt man Petit'schen Canal, welcher den ganzen freien Aequatorialrand der Linse umgiebt.

Die Dimensionen und Raumverhältnisse dieses Canals (Canal godronné, Petit) sind beim Lebenden noch nicht mit ausreichender Genauigkeit bestimmt worden. Schon Brücke weist dem Canal einen bedeutend geringern Raum an, als demselben nach der ursprünglichen Beschreibung Petit's zukam. Henke geht noch weiter; er leugnet überhaupt das Vorhandensein eines derartigen offenen Raumes im lebenden Auge: »Man hat ihn«, sagt er, [1] »sich offenbar ebenso wie Pleura, Peritoneum und Gelenke nicht eigentlich als Höhle, sondern nur als Spalte zu denken, zwischen zwei freien (serösen), aber ohne Zwischenraum in einander verschiebbaren Flächen.« Henle ist derselben Ansicht, während dagegen Kölliker glaubt, dass der Canal zwar sehr eng ist, aber im lebenden Auge ein offenes Lumen besitzt und Feuchtigkeit enthält.

Meine eigenen Untersuchungen bestätigen die Ansicht Henle's; wenigstens war es mir nicht möglich, an gefrorenen Augen Eis im Canal zu finden.

Der Glaskörper ist nicht, wie man bisher allgemein annahm, von einer besonderen Membran, der sog. Membr. hyaloidea umgeben. Die früher angenommene Membrana hyaloidea ist mit der Membrana limitans Retinae identisch. Sie ist ein Bestandtheil der Netzhaut und liegt folglich dem Glaskörper

---

1) Graefe's Archiv. VI. 2. p. 61.

nur so weit unmittelbar an, als dies die Netzhaut thut, also bis zur Ora serrata. Von da ab geht die Limitans zwar auf die Pars ciliaris retinae über, aber hier liegen zwischen Glaskörper und Limitans meridional verlaufende Fasern, welche man mit dem Namen der Zonula Zinnii bezeichnet, und welche mit der Limitans sowohl, als mit dem Glaskörper verwachsen sind.

In der Gegend der Ciliarfortsätze trennt sich der Glaskörper von der Zonula, so dass die ganze vordere Fläche des ersteren, die dem Petit'schen Canal und der Linse zugekehrt ist, von keiner besonderen Membran bedeckt ist, weder von einer Fortsetzung der Limitans, wie Henle angiebt, noch von einer besonderen Membr. hyaloidea, wie man früher glaubte.

Die Nichtexistenz der Hyaloidea hat Henle [1]) nachgewiesen. Indessen ist die Benennung Limitans hyaloidea streng anatomisch auch nicht ganz passend. Dass die Limitans ein integrirender Bestandtheil der Netzhaut ist, beweisen am klarsten im Glaskörper vor sich gehende pathologische Processe, in Folge deren letzterer schrumpft und von der Netzhaut abgelöst wird. [2])

In solchen Fällen findet man die Limitans immer auf der Netzhaut.

Am ganz frischen Glaskörper, besser noch am erhärteten, zeigt der periphere Theil deutliche Verschiedenheiten vom centralen. In ersterem nehmen wir einen mehr oder weniger ausgesprochenen geschichteten Bau wahr, während der letztere homogen erscheint.

Stilling bezeichnet den centralen Theil als Kern, den peripheren als Rinde. — Der homogene, centrale Theil, der Kern, liegt nicht in der Mitte des Organs, sodass er gleichmässig von der concentrischen, geschichteten Rinde umgeben wäre, sondern ist in der Art nach vorn, nach der Linse zu gerückt, dass die Rindensubstanz von hinten nach vorn zu sich continuirlich verdünnt, und an der Ora serrata die einzelnen concentrisch liegenden Schichten der Rinde so zusammengedrängt sind, dass hier die Oberfläche des Kerns von der Limitans nur durch eine sehr dünne, aber deutlich fasrige Lage getrennt ist. Die Fasern dieser Lage laufen parallel der Oberfläche des Glaskörpers in wellenförmigen Bündeln und haben einige Aehnlichkeit mit Bindegewebsfasern. Diese ganze, so veränderte Schicht schlägt sich schliesslich nach innen der Sehaxe zu, um, und bedeckt die ganze vordere Fläche des Glaskörpers.

Da wir hier eigentlich nicht eine einzige, sondern mehrere zusammengedrängte, unter einander aber nur locker verbundene Schichten vor uns haben, so wird es erklärlich, wie leicht man hier zum Glauben neigen kann, als läge hinter der Linse eine besondere, den Glaskörper deckende Membran, um so mehr, als die oberflächlichste jener Schichten eine völlig glatte ist. Die tiefern Schichten lassen sich an erhärteten Augen auch zuweilen von einander trennen, welcher Umstand wohl Hannover und Finkbeiner [3]) zu der

---

1) Eingeweidelehre p. 661.

2) Beiträge zur norm. u. path. Anat. d. Auges, von Iwanoff et f. A. XV, 2, p. 51.

3) Vergl. Untersuchungen der Stärke des Glaskörpers bei den Wirbelthieren. Ztschr. f. wissensch. Zoologie. VI p. 335.

Annahme brachte, dass die Hyaloidea sich an der vorderen Fläche des Glaskörpers noch einmal in zwei Blätter spalte, in der Art, dass hinter dem Petit'schen Canal ein zweiter Canal (Hannover'scher Canal) gebildet werde. —

Im vorderen Theil des Glaskörpers treffen wir in der Corticalschicht ausser den bereits erwähnten, dem Bindegewebe ähnlichen Fasern noch eine bedeutende Anzahl anderer, die den elastischen Fasern gleichen. Sie beginnen als äusserst feine, geschlängelte Fasern schon im Aequator des Auges; in grosser Anzahl aber treten sie erst an der Ora serrata auf; von hier an biegen sie, der Limitans dicht anliegend, in die Pars ciliaris retinae ein und bilden hier den Anfang der Zonula Zinnii. —

Durch den Glaskörper hindurch, von der Papilla optica bis zur hinteren Fläche der Linsenkapsel, verläuft ein Canal von etwa 2 Mm. Durchmesser.

Die Schwierigkeiten, die sich der Untersuchung des frischen Glaskörpers entgegenstellen, veranlassten alle früheren Anatomen, die sich eingehender mit dem Studium desselben beschäftigten, künstliche Erhärtungsmethoden in Anwendung zu ziehen. Man glaubte ja, durch die verschiedene Wirkung chemischer Reagentien auf das Stroma und die zwischen den Maschen desselben enthaltene schleimige Flüssigkeit, beide von einander scheiden zu können. —

Pappenheim[1]) war der Erste, der diesen Weg einschlug. Durch Erhärten der Glaskörper in Kali carbonicum fand er, dass das Stroma des Organs aus parallel der Oberfläche der Hyaloidea verlaufenden Schichten bestehe, die aus sehr feinen Fasern und einer einförmigen Masse zusammengesetzt sind; Brücke[2]) fand durch Einwirkung des essigs. Bleioxyds, dass der Glaskörper aus einer grossen Menge sehr feiner structurloser Membranen zusammengesetzt ist, die zwiebelartig in einander eingeschachtelt der Oberfläche der Hyaloidea parallel verlaufen.

Nach Hannover[3]) trifft man einen derartigen Bau nur bei Säugethieren; beim Menschen besteht der Glaskörper nach seinen Angaben aus Sectoren, die radiär um die Sehaxe gestellt sind, sodass eine Aehnlichkeit mit dem Baue einer Apfelsine entstehe. — Alles dies beobachtet man indessen nur an Augen, die lange Zeit der Wirkung verdünnter Chromsäure ausgesetzt waren. —

Alle Ansichten Hannover's bestätigte Finkbeiner durch Untersuchungen an Glaskörpern, die mit Sublimat behandelt waren. —

Zu ganz negativen Resultaten gelangten hingegen Bowman,[4]) Doncan, Virchow, Kölliker, Henle. Bowman und Doncan fanden, während sie die Untersuchungen von Hannover und Brücke zu controliren bestrebt waren, keine Membranen im Glaskörper; nach ihrer Meinung sind die Membranen und ihre Anordnung, wie sie jene Forscher beschrieben, nur als Kunstproducte, durch die Wirkung differenter Reagentien erzeugt, zu betrachten; Doncan nähert sich den Ansichten Virchow's und Kölliker's, von denen der erste den Glaskörper zum Schleimgewebe, der zweite zu den Bindesubstanzen rechnet. Nichtsdestoweniger läugnet er nicht, dass damit weder die Existenz flüssiger und solider Bestandtheile im Glaskörper, noch die entoptischen Erscheinungen genügend zu erklären seien. Henle sah ebenfalls keine Membranen und beschreibt einfach den Glaskörper als eine homogene Substanz von zähflüssiger oder zellartiger Beschaffenheit.

---

1) Spezielle Gewebelehre d. Auges. Breslau 1842, p. 182.

2) Müller's Archiv 1843. p. 345.

3) Müller's Archiv 1845. p. 467. Das Auge. Beiträge zur Anatomie, Physiologie und Pathologie dieses Organs. Leipzig 1852, p. 18.

4) Froriep's Notizen. No. 238, December 1849, p. 274.

Zu ganz besondern, von den Meinungen aller andern Autoren verschiedenen Anschauungen gelangte Weber. Nach ihm besteht der ganze Glaskörper aus unter einander anastomosirenden, ein Netzwerk bildenden Zellen, in dessen Maschen schleimige Flüssigkeit enthalten ist.

In letzterer Zeit hat Smith[1]), der menschliche Glaskörper, die mehrere Tage in Wasser lagen, mit Carbolsäure behandelt, angegeben, dass die peripheren Theile des Glaskörpers einen concentrisch geschichteten, der centrale Theil einen strahligen Bau besitzen; die concentrischen Schichten bestehen nach ihm aus gröbern Fasern, der Kern aus sternförmig anastomosirenden Zellen. Er bemerkte auch einen offenen, von der Papilla optica zur hinteren Linsenfläche ziehenden Canal.

Ueber den centralen Theil machte bereits früher Bowman ähnliche Angaben. Nach der angeführten Methode von Smith ist schwer festzustellen, was als Kunstproduct zu betrachten sei, und was nicht.

Die grossen Widersprüche der verschiedenen Autoren, welche sich aus dieser kurz gefassten historischen Darstellung ergeben, erklären sich einerseits aus der Schwierigkeit, welche die Untersuchung des frischen Glaskörpers bietet, andererseits aus dem Misstrauen, welches man den verschiedenen künstlichen Erhärtungsmethoden des Glaskörpers gegenüber hegte.

Hauptgegenstand aller Streitigkeiten bilden die Membranen. Die Einen behaupteten, dass alle Schichten des Glaskörpers durch Membranen getrennt seien; die Andern läugneten, da sie keine Membranen fanden, in Folge dessen die Richtigkeit aller übrigen Beobachtungen. Die Membranen existiren nicht, aber die Möglichkeit eines geschichteten Baues ist dadurch keineswegs ausgeschlossen. Auf dünnen Querschichten in Müller'scher Flüssigkeit erhärteter Augen zerfällt der Glaskörper in Schichten, die seiner Oberfläche parallel verlaufen: mit Hülfe starker Vergrösserungen bemerkt man, nach vorangegangener Carminfärbung, im hinteren Theile des Organs in diesen Schichten eine feinkörnige Masse, in welcher stellenweise feine Fasern zu erkennen sind. In den vorderen Theilen werden diese Fasern gegen die Ora serrata immer dichter und nehmen schliesslich einen wellenförmigen Verlauf, parallel der Oberfläche an. Auch hier sehen wir keine Spur von Membranen. —

Alle diese Anschauungen über den Bau des Glaskörpers erhalten neue Bestätigung durch die Untersuchungen von Stilling[2]), deren Vorzüge darin bestehen, dass sie lediglich am frischen Glaskörper gemacht sind und folglich den Einwand, dass auch ihre Resultate künstlich hervorgebracht seien, nicht zulassen. Fertigt man, nach seinen Angaben, Schnitte durch das frische Organ senkrecht zur Sehaxe und lässt auf die Schnittfläche einige Tropfen Carminlösung fallen, so bilden sich eine Anzahl concentrischer Furchen in der Peripherie, etwa 6—12, die Mitte, oder der Kern, hingegen bleibt frei. Die Grenzfurche zwischen Rinde und Kern ist in der Regel die tiefste und füllt sich am schnellsten. Stilling giebt das Lagerungsverhältniss von Rinde und Kern nicht ganz richtig an, da er seine Untersuchungsmethode nur auf die gröbern Verhältnisse anwenden konnte; nach seiner Angabe legt sich die Rinde von der Ora serrata an den Kern an, so dass Linse und Zonula nur auf letzteren zu liegen kämen. Wie wir oben gesehen haben, umgiebt die Rindensubstanz, deren einzelne Schichten sich von der Ora serrata an nun stark zusammendrängen, den Kern in seiner ganzen Ausdehnung, wie dies auch die Abbildungen Hannover's und Finkbeiner's richtig zeigen.

1) D. Smith, structure of the adult human vitreous humour. The Lancet 19. Sept. 1868. p. 376—378.

2) Eine Studie über den Bau des Glaskörpers. A. f. A. XV. 4. Heft.

Nachdem Henle nachgewiesen hatte, dass keine Hyaloidea existirt, suchte er die Existenz der seiner Meinung nach in der tellerförmigen Grube befindlichen, den Glaskörper hier deckenden Membranen dadurch zu erklären, dass die Limitans, noch bevor sie die Ora serrata erreicht, an Mächtigkeit zunimmt und dabei ihr Gewebe ändert. Sie zerfällt stellenweise in Fasern, bald von unregelmässig geschwungenem Verlaufe, wie die der elastischen Gewebe, bald parallel und wellenförmig, wie Bindegewebsfasern, immer aber von ausserordentlicher Feinheit, und während die Masse dieser Fasern oder Faserbündel an der Oberfläche des Glaskörpers hinzieht, dringen einzelne in das Innere desselben ein, wo sie sich bald verlieren.

Das oberflächliche Fasergewebe der Limitans hyaloidea theilt sich nach ihm, wo der Orbiculus ciliaris zum Corpus ciliare anzuschwellen beginnt, in zwei Blätter: das eine geht nach innen, um die Hyaloidea der tellerförmigen Grube zu bilden, das andere nach aussen zur Pars ciliaris retinae, um die Zonula hervorzubringen.

Aus den vorliegenden Untersuchungen geht im Gegensatze zu der Anschauung Henle's hervor, dass alle jene Veränderungen, denen nach Henle die Limitans unterworfen ist, in den peripherischen Schichten des Glaskörpers vor sich gehen, die Limitans selbst bleibt unverändert und geht einfach, indem sie sich continuirlich verdünnt, von der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae über. Sie nimmt also nicht nur keinen Antheil an der Bildung der Hyaloidea der tellerförmigen Grube, welche, wie bereits oben gezeigt ist, nicht existirt, sondern es ist auch ihr Antheil an der Bildung der Zonula mehr als zweifelhaft. Ich wenigstens habe ein solches Verhältniss nie wahrnehmen können, während der Ursprung der Zonula aus dem Glaskörper sehr leicht zu beobachten ist.

Es bleibt also nur die Frage zu entscheiden, ob die Limitans wirklich auf die Pars ciliaris retinae übergeht. Henle selbst giebt an, dass, wenn man die Faserschichte der Zonula als vorderes Blatt der Limitans betrachtet, sich die letztere an den Spitzen der Ciliarfortsätze abermals in zwei Blätter spalte, und dass er in einigen Fällen sogar gesehen habe, dass die Glashaut sich über den Ursprung der Zonulafasern auf den Orbiculus ciliaris hinab erstreckte.

Offenbar ist diese Glashaut nichts Anderes als die Limitans selbst, die continuirlich vor der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae übergeht; derselben Meinung ist Kölliker. Auf meridionalen Schnitten durch die Pars ciliaris retinae ist diese Limitans sehr leicht zu sehen, vorausgesetzt, dass der Schnitt dem Faserverlauf der Zonula genau parallel gelegt ist. Auf solchen Präparaten erscheint die Limitans als deutlich doppelt contourirte Linie, welche ganz scharf die Pars ciliaris retinae von der Zonula trennt.

Bei vorsichtiger Präparation kann man die Limitans sogar auf eine Strecke als feine Membran von der Zonula sowohl, wie von der Pars ciliaris retinae trennen.

Die Entwickelung der Zonula anlangend, so wissen wir nur, dass sie bei Embryonen nicht besteht, so lange die die Kapsel umgebenden Gefässe vorhanden sind, obgleich in dieser Periode die Limitans schon völlig entwickelt ist. Die Zonula bildet sich erst in der Zeit, in welcher die Kapselgefässe sich zurückbilden, und wird mit der Atrophie derselben immer deutlicher.

Wenn aber die Limitans unverändert von der Ora serrata auf die Pars ciliaris retinae übergeht, so versteht es sich von selbst, dass sie unmöglich noch eine Menge von Fasern der Zonula und überdies durch nochmalige Spaltung die Membran der tellerförmigen Grube bilden kann.

Alle diese Verwirrungen entstanden dadurch, dass man nicht beachtete, dass schon vor der Ora serrata, die oberflächlichen Schichten des Glaskörpers ihre

Structur ändern und dicht mit der Limitans und der Netzhaut verwachsen sind. Aber auch diese Verwachsungen sind nicht untrennbar, in einigen pathologischen Fällen und auch in gesunden Augen durch Behandlung mit Alkalien gelingt es sehr oft, den Glaskörper sammt Zonula von der Limitans loszupräpariren.

Martegiani beschrieb 1814 eine trichterförmige Vertiefung im Glaskörper an der Stelle des Sehnerveneintrittes, die er als Area bezeichnete.

Diese Area Martegiani ist eigentlich der Anfang des Canales, der mit Unrecht als Canalis hyaloideus Cloqueti bezeichnet wird. Cloquet hat den Canal bei Erwachsenen nie gesehen und abgebildet; er beschreibt nur den Verlauf der Arteria capsularis am foetalen Glaskörper.

Besser beschreibt den Canal Hannover, der aber ausdrücklich angiebt, ihn nie offen gefunden zu haben, und also von der Existenz eines eigentlichen Canales nichts wusste.

Die Beschreibungen Finkbeiner's [1]) sind nicht klar, von der Existenz eines in jedem ausgebildeten Säugethier- und Menschenauge vorhandenen offenen Canales sagt er eigentlich nichts. Er beschreibt ausführlich nur ein Ochsenauge, in dem zwei verlängerte Areae sich zu einem soliden, den Glaskörper durchsetzenden Strange vereinigten.

Dieser Canal, als offener und an jedem Säugethier- und Menschenauge während des ganzen Lebens existirender und bis zur völligen Ausbildung des ganzen Auges in fortwährendem Wachsthum begriffener, wurde erst von Stilling nachgewiesen, der Methoden angab, vermittelst deren er am frischen Auge demonstrirt werden kann.

Die Zellen des Glaskörpers liegen nur in seinen äusseren, oberflächlichen Schichten; in den tiefern begegnet man nur Derivaten derselben, Kernen mit geschrumpften Bläschen. Ihre Form ist sehr mannigfaltig, doch kann man sie alle unter drei Hauptgruppen bringen.

1. Runde Zellen mit grossen Kernen; letztere umgeben von grobkörnigem Protoplasma. Man trifft sie hauptsächlich in den vorderen Theilen des Glaskörpers; besonders bei Kindern, bei denen sie oft mehrere Kerne enthalten.

2. Spindel- und sternförmige Zellen. Man trifft sie an der ganzen Oberfläche des Glaskörpers. Die sternförmigen Zellen besitzen gewöhnlich lange, feine, verästelte und mit varicösen Anschwellungen versehene Ausläufer.

3. Eine besonders charakteristische Form von runden Zellen, die im Innern eine grosse, ganz durchsichtige, runde Blase enthalten. In vollständig entwickelten Zellen dieser Art findet sich nur eine einzige Blase, die fast ihren ganzen Raum ausfüllt und nur an der Peripherie ein wenig Platz lässt für einen von einer geringen Menge Protoplasma umgebenen Kern. Zuweilen findet man statt einer zwei Blasen, die durch eine gerade Linie getrennt sind. In anderen Fällen finden sich mehrere Blasen, die von einer gemeinschaftlichen Hülle, deren Contour regelmässig rund erscheint, umgeben zu sein scheinen.

Die beschriebenen Blasen finden sich übrigens nicht nur in den runden Zellen; sie sitzen auch auf den Ausläufern der sternförmigen Zellen. Hier

1) l. c. p. 332.

erreichen sie zuweilen colossale Dimensionen, sodass sie an Grösse die Zelle selbst übertreffen. Diese Form treffen wir in jeder Lebensperiode, jedoch am meisten bei alten Leuten, und zwar vorzugsweise in den hintern Theilen des Glaskörpers.

Alle diese Zellen besitzen die Eigenschaft der Contractilität; sie ändern ihre Form und vielleicht selbst ihren Ort. Bei den runden, mit Bläschen versehenen Zellen ist die Contractilität eine um so geringere, je grösser die Bläschen sind, je mehr Protoplasma also zu Grunde gegangen ist.

Die Ansichten über die Existenz und die Natur der Zellen sind ebenso getheilt, wie in Bezug auf das Verhalten des Stromas.

Die ersten speciellen Untersuchungen über die Zellen verdanken wir Virchow. Bei einem 4″ langen Schweinsembryo, fand er in der homogenen Intercellularsubstanz in ziemlich regelmässigen Abständen runde, kernhaltige, zuweilen mehrkernige, stark granulirte Zellen.

Nach Kölliker finden sich die Zellen vorzugsweise nur bei jungen Individuen; bei Erwachsenen sah K. sie zwar auch, aber nur in manchen Fällen und hier spärlich und undeutlich, hauptsächlich in der Nähe der Linse und der Hyaloidea. Weber dagegen fand sternförmig anastomosirende Zellen im ganzen Glaskörper. Hannover und Finkbeiner beschrieben ein die Hyaloidea bedeckendes Epithel, das nach letzterem auch die einzelnen Scheidewände im Innern überziehen sollte. Derselben Ansicht ist auch Coccius. Ritter fand ein Epithel mit verästelten Zellen nur auf der innern Oberfläche der Hyaloidea, im Innern des Glaskörpers hingegen keine Zellen.

Die Fasern der Zonula entspringen, wie das schon früher erwähnt wurde, aus dem Glaskörper, und zwar aus jenem Theile desselben, der die Ora serrata retinae noch nicht erreicht hat. In der Nähe dieser letzteren steigen die Zonula-Fasern, die anfänglich unter der Oberfläche des Glaskörpers gelegen, zu dieser empor, legen sich in Form feinster Fibrillen an die Membrana limitans retinae, mit derselben in innigen Contact tretend, dicht an, so dass sich an der Ora serrata Glaskörper und Limitans in so festem Zusammenhange finden, dass, wie bekannt, bei dem Versuche, die Netzhaut von dem Glaskörper abzuziehen, dies an der Ora serrata nicht gelingt, indem an derselben stets Glaskörperreste hängen bleiben. Sowie aber einerseits sich schon hinter der Ora serrata die Entstehung von Zonula-Fasern aus dem Glaskörpergewebe mit Sicherheit constatiren lässt, so erreicht andererseits das Ursprungsgebiet der Zonula an der Ora nicht sein Ende. Es lässt sich vielmehr noch eine Strecke vor der Ora (also gegen die Ciliarfortsätze hin) das Austreten von Zonula-Fasern aus dem Corpus vitreum nachweisen, so dass hier noch Zonula und Glaskörper keine isolirten Gebilde sind.

Erst in einem Abstande von 4 bis 5 Mm. von der Ora tritt die Zonula Zinnii als ein von Glaskörper vollkommen differenzirtes Gebilde hervor. In ihrem Laufe gegen die Linse ist sie von der Pigmentschichte des glatten Theils des Corpus ciliare, sowie von jener des Processus ciliaris durch die Pars ciliaris retinae und durch die überall nachweisbare Membrana limitans ge-

trennt. Es setzt sich jedoch die Zonula nicht bis zu den Firsten der vordersten Ciliarisfortsätze fort, sie tritt vielmehr früher von denselben ab, um sich zum Aequator der Linse zu begeben. An diesem zerfallen die Fasern der Zonula pinselförmig, und mit diesen letzten pinselförmigen Ausläufern befestigt sich die Zonula an der vorderen und hinteren Linsenkapsel.

Die ersten Anfänge der Zonulafasern im Glaskörper stellen sich als wellige Bündel feinster Fibrillen dar. An der Oberfläche des Corpus vitreum schmilzt je ein Bündel constituirender Fäserchen zu einer einzigen Faser zusammen; die so entstandenen Fasern sind die feinsten der selbständigen Zonula. Bei dem Austreten aus dem Glaskörper treten die (also noch nicht verschmolzenen) Fibrillen in eine sehr innige Verbindung mit der Limitans. Daher kommt es, dass, wenn man die Zonula vom Corpus ciliare her nach rückwärts abzutrennen versucht, dieselbe an der betreffenden Stelle der Limitans abreisst. Dies ist der Grund der unrichtigen Annahme, dass die Zonulafasern unmittelbare Fortsetzungen der Limitans seien. Lässt man jedoch Glaskörper mit Zonula und Linse mehrere Wochen in 10% Kochsalzlösung liegen, dann wird hierdurch der Zusammenhang zwischen Zonulafasern und Limitans gelockert, und es gelingt die Isolirung der beiden Gebilde leichter.

Die Fasern der Zonula setzen sich zum Theil, indem sie nach vorne gegen die Ciliarfortsäze streichen, zu immer dickeren Fasern zusammen, so dass der freie Theil des Aufhängebandes der Linse (der die hintere Wand der hintern Augenkammer bilden hilft) die dicksten Fasern enthält, zum Theil jedoch verlaufen sie, beinahe mit unverändertem Durchmesser, von der Ora serrata bis zum Aequator lentis. Dass sie an diesem letzteren wieder in feinste Bündelchen zerfallen, wurde schon oben erwähnt.

Im meridionalen Durchschnitt des Auges erscheint die Zonula als mit einem dreieckigen Fusse gleichsam auf dem Aequator lentis aufsitzend. Dieser dreieckige Raum ist eben mit den Endfibrillen der Zonulafasern erfüllt, enthält demnach keine Höhlungen, und wurde auch von Niemandem, ausser von Merkel, für den Canalis Petiti gehalten.

Die Zonulafasern sind weder Bindegewebe, noch elastische Fasern; chemische (durch ihr Verhalten gegen Säuren und Alkalien) und physikalische Eigenschaften unterscheiden sie von beiden. Sie für muskulös zu halten, wie dies in neuerer Zeit wieder geschah, ist geradezu kühn. Vergleichend anatomische und embryologische Untersuchungen, welche allein berufen sein dürften, über die eigentliche Natur der Zonulafasern Licht zu verbreiten, fehlen bis jetzt.

Die Zonula Zinnii stellt die vordere Wand des Canalis Petiti dar. Seine hintere Wand wird durch die glatte Oberfläche des Glaskörpers gebildet. Das Gewebe des Glaskörpers ist in dieser Grenzschichte verdichtet, ähnlich wie die Bowman'sche Membran eine Verdichtung des Gewebes der Substantia propria corneae darstellt; eine selbständige Membran — Hyaloidea — existirt hier nicht.

Der Petit'sche Canal beginnt 4—5 Mm. von der Ora serrata und reicht nicht bloss bis zum Aequator lentis, sondern erstreckt sich noch 2 Mm. längs der hinteren Linsenkapsel in der Richtung gegen den hinteren Linsenpol hin.

Dass im lebenden Auge ein mit Flüssigkeit gefüllter, dem Canalis Petiti entsprechender Raum, also überhaupt ein Lumen dieses Canals existirt, ist schwer anzunehmen. Man kann vielmehr mit Henke und Henle annehmen, dass im lebenden Auge vordere und hintere Wand des Petit'schen Canals, ohne mit einander verwachsen zu sein, nur durch eine äusserst dünne Feuchtigkeitsschichte getrennt, sich berühren. Wenn dennoch der Petit'sche Canal als solcher vielleicht nicht besteht, so wird durch die beschriebenen Anordnungen die ihm zukommende physiologische, der Accomodation dienende Rolle erfüllt.

VI.

Die Linse.

Von

Prof. Babuchin.

Zu den wesentlichen Bestandtheilen des dioptrischen Apparates des Auges gehört auch die Linse, ein Organ, welches in der That durch Form und Durchsichtigkeit sehr an gläserne, biconvexe Linsen erinnert und bei verschiedenen Thieren eine verschiedene Gestalt besitzt. Während beim Menschen die Achse der Linse fast um ein Drittheil kleiner ist, als der Diameter des Aequators, gewinnt sie bei vielen Thieren eine beinahe kugelige Form. Wie verschieden aber Form und Dimensionen der Linse auch sein mögen, ihr elementarer Bau und der Plan ihrer Anlage ist bei allen Wirbelthieren immer derselbe. Sie besteht nämlich überall aus zwei Bestandtheilen: den zelligen Elementen, welche gleichsam den Körper der Linse (Parenchyma lentis, eigentliche Substanz der Linse) bilden, und einer Hülle, welche keine weiteren histologischen Elemente aufweisend, den Linsenkörper allseitig umschliesst und Linsenkapsel heisst.

Den Linsenkörper kann man als aus zwei Schichten bestehend betrachten. Die eine derselben, und zwar die vordere Schicht, ist sehr dünn und beginnt in der Nähe des Aequators sich zu verdicken, entweder nur sehr allmählich, wie beim Menschen und den Säugethieren, oder ansehnlich rasch, wie bei den Vögeln und den beschuppten Amphibien. Die hintere Schicht dagegen ist sehr mächtig und verjüngt sich allmählich von der Achse der Linse, wo sie die grösste Dicke hat, gegen den Aequator zu. In der Gegend des Aequators verschmelzen beide Schichten mit einander, bei einigen Thieren mehr nach vorn zu, bei anderen dagegen mehr nach hinten, oder richtiger gesagt, sie gehen durch einen abgerundeten Rand in einander über. Mit Ausnahme des Randes lassen sich die beschriebenen zwei Schichten an allen

übrigen Stellen leicht von einander trennen, doch besteht zwischen ihnen kein messbarer Zwischenraum. (Fig. 371.) [1])

Die vordere Schicht besteht aus flachen, glasartig durchsichtigen, im frischen Zustande, bei eben getödteten Thieren, vollkommen structurlosen, polygonalen Zellen. Im nicht mehr frischen Zustande, oder nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien werden diese Zellen trüb, und jetzt erst wird es möglich, ihre Begrenzung und ihre centralen runden oder ovalen Kerne mit befriedigender Schärfe zu unterscheiden. Bei verschiedenen Thieren haben diese Zellen verschiedene Grösse; beim Menschen messen sie ungefähr 0,032 Mm. (Becker.) In der Nähe des Linsenrandes werden dieselben auf einer mehr oder weniger grossen Strecke höher als breit, fast cylindrisch und stehen senkrecht zur Linsenoberfläche; weiter hin werden sie noch höher, gehen aus der perpendiculären in eine schräge Stellung über, indem sie sich mit ihren inneren Enden gegen die vordere Fläche der Linse neigen; dabei werden sie gleichzeitig konisch geformt, ihre breite Basis der Linsenoberfläche zuwendend. Weiter nach hinten zu werden die Zellen noch länger, ihre Richtung wird noch schräger, ihre vorderen Enden krümmen sich nach aussen und gehen den Enden der benachbarten, oben beschriebenen Zellen entgegen. Alle diese Verhältnisse lassen sich weit besser aus der beigefügten Fig. 371 ersehen und noch deutlicher aus Fig. 372 B, welche das eben Geschilderte bei starker Vergrösserung darstellt. Auf diese Weise also entsteht das Zusammentreffen der vorderen dünnen Schichte des Linsenkörpers mit der mächtigen hinteren. Es kommt mithin der Uebergang der Epithelzellen der ersten Schicht durch einfache Verlängung derselben zu Fasern der anderen Schicht zu Stande, aus welchen diese letztere gebildet ist.

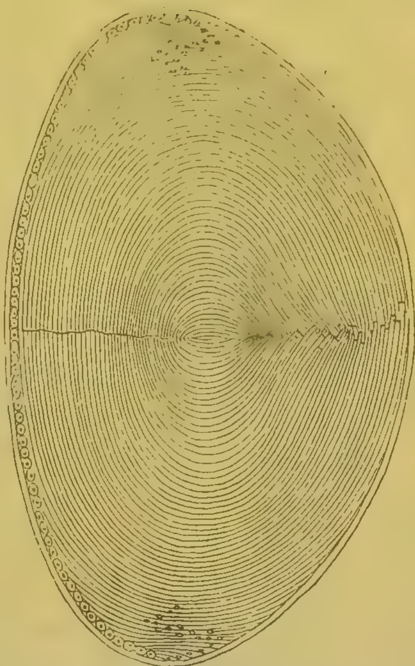


Fig. 371. Meridionaler Schnitt durch die Achse der Menschenlinse.

An gelungenen Präparaten behalten die Epithelzellen an allen Punkten der vorderen Schicht und bei allen Veränderungen, denen ihre Form unterworfen ist, den Charakter wahrer Zellen bei, das heisst, sie besitzen immer deutlich ausgesprochenes Protoplasma und Kerne. Weder ich noch Dr. Sernoff, [2]) der durch seine unter meinen Augen angestellten Untersuchungen zur Erklärung der wahren Verhältnisse des Linsenbaues wesentlich beigetragen hat, konnten jemals und an irgend einer Stelle der Linse statt echter Zellen mit deutlich

1) Sämmtliche Abbildungen sind durch Sernoff von seinen eigenen Präparaten copirt.

2) Ueber den mikroskopischen Bau der Linse bei Mensch und Wirbelthieren. Dissert. inaug. 1867.

ausgesprochenem Protoplasma und Kern »nur verschieden grosse, scharf conturirte, unregelmässige Kerne«, die sogenannten Bildungszellen Becker's entdecken, welche nach seiner [1]) Beschreibung an der Anheftungsstelle der Zonula

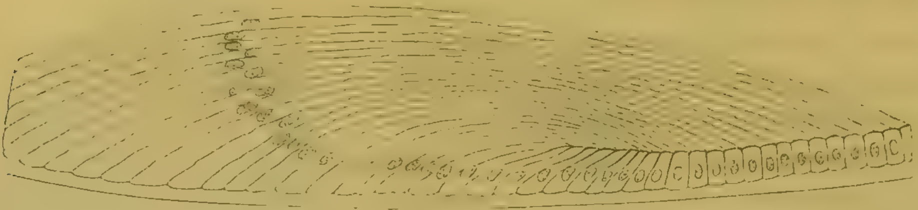


Fig. 372 A. Meridionaler Schnitt durch den Rand der Kaninchenlinse, an dem der Uebergang des Epithels in Linsenfasern ersichtlich ist.

sehr dicht neben einander liegen, nur wenig Protoplasma um sich herum haben und öfters deutliche Theilungen zeigen sollen.

Der Uebergang der Epithelialzellen in Linsenfasern erfolgt jedoch nicht bei allen Thieren in beschriebener Weise. Wie es Heinrich Müller an Vögeln, dem Chamaeleon, und wie ich und Sernoff es an manchen Schuppenamphibien fanden, kommt nämlich eine Modification vor, welche darin besteht, dass bei ihnen im Gegensatze zu anderen Thieren die flachen Epithelialzellen schon unfern des vorderen Poles höher werden, den Charakter von Cylinderzellen annehmen, dann sich allmählich bis zur Aequatorebene verlängern, von wo sie nach hinten zu sich wieder zu verkürzen beginnen, ohne jedoch den Charakter von flachen Epithelzellen zu gewinnen. Es sind dies die senkrecht stehenden, radiären Linsenfasern, welche schon Treviranus und Brücke in der Vogellinse gesehen haben. Alle diese Fasern, oder besser gesagt, alle diese verlängerten Zellen erscheinen im Durchschnitte als mehr oder weniger regelmässige Sechsecke, ihr peripherisches Ende ist breiter als ihr centrales und zeigt sich im Durchschnitte nicht sechseckig, sondern abgerundet. In diesen Enden liegt gewöhnlich je ein einziger runder oder ovaler, scharf contourirter Kern. In der vorderen Hälfte der Linse stülpen sich diese Zellen mit ihren hinteren Enden fest an die innere Fläche der Linsenkapsel; in der hinteren Hälfte aber stehen sie fast unmittelbar hinter dem Aequator, wie Sernoff an Vögeln gezeigt hat, von der inneren Oberfläche der Kapsel ab, so dass um die ganze Linse ein flacher, ringförmiger Kanal gebildet wird, der von structurloser Masse erfüllt ist. Eben solch einen Kanal, gewöhnlich hinter der Uebergangsstelle des vorderen Epitheles in Linsenfasern gelegen, haben ich und Sernoff ausser bei Vögeln, auch bei Embryonen vieler Säugethiere und des Menschen gefunden. Er existirt bei den letzteren sogar auch noch einige Zeit nach der Geburt, während er bei Vögeln durch das ganze Leben besteht.

Während, wie gesagt, die radialen Zellen im hinteren Theile der Linse kürzer werden, verändern sie ihre Richtung, gehen aus radialgestellten in

1) Archiv für Ophthalmologie 1863.

schiefgestellte über und werden so allmählich zu meridionalgestellten Linsenfasern, ganz wie bei Säugethieren. (Fig. 372 B.)

Wir wollen jetzt betrachten, auf welche Weise sich Linsenfasern an dem Aufbau der hinteren, dicken Schichte des Linsenkernes, somit des bedeutendsten Theils der Linse betheiligen. Dieses geschieht in seinen wesentlichen Zügen bei allen Wirbelthieren nach demselben Typus. Flache Fasern verbinden sich zu gekrümmten Lamellen, welche in concentrischen Schichten, wie die Schalen einer Zwiebel, einander deckend, von der Uebergangsstelle des Epithels in Fasern gegen die Pole zu anfangs immer an Dimensionen zunehmen, darauf in der Richtung zum Kern der Linse sich verkleinern, bis sie endlich im Centrum der Linse, oder etwas weiter nach hinten ihre geringste Grösse erreichen. Hierbei ist es nothwendig, zu bemerken, dass die Fasern der ersten, oberflächlich gelegenen Schichten, welche den äquatorialen Theil der Linse bilden und demnach unmittelbar neben der Uebergangsstelle derselben in Epithelien gelegen sind, sich nach aussen gekrümmt erweisen, das heisst, ihre Convexität ist gegen die Axe der Linse gewandt, ihre vorderen Enden stossen gegen die Epithelschichte, während die hinteren Enden unmittelbar die Kapsel berühren. Die Fasern dieser Schichten sind in ihrer Mitte flacher und schmäler als an ihren Enden. (Fig. 372 A.) Je mehr dieselben jedoch der Axe sich nähern, um so mehr ändert sich der Charakter ihrer Krümmung. Anfangs werden sie gestreckter, weiter nach innen Sförmig, bis sie endlich sich so biegen, dass ihre Enden, das vordere sowohl als das hintere Ende, gegen die Pole sich krümmen. Gleichzeitig werden die Fasern, indem sie sich der Axe nähern, nur sehr allmählich länger, wobei die Fasern jeder folgenden tiefer gelegenen Schicht etwas gegen die über ihr gelegenen hervortreten, so dass die Enden dieser letzteren zur Zeit noch in der vorderen und hinteren Wand der Kapsel steckend, dachziegelförmig einander decken.

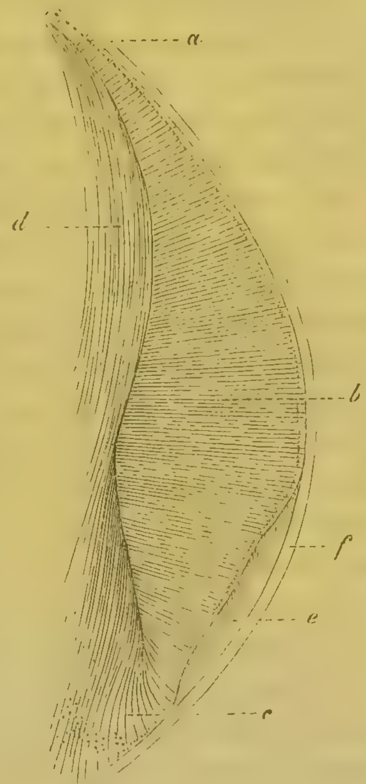


Fig. 372 B. Eben solcher Schnitt an der Hühnerlinse. *a* Epithelzellen. *b* Senkrechte sogen. Radiärfasern. *c* Ihr Uebergang in die meridionalen. *d* Meridionale Fasern. *e* Structurlose Masse. *f* Kapsel.

Allein diese Verhältnisse betreffen nur Linsenfasern einzelner, mehr peripherisch gelegener Randschichten. Die Enden der übrigen Fasern, welche mehr zu den inneren Schichten der Linse gehören, gehen weiter zu den Polen und der Achse dieses Organs und begegnen sich hier mit den Enden derjenigen Fasern, welche von den entgegengesetzten Theilen der Linse kommen.

Diese Begegnung geschieht bei verschiedenen Thieren in verschiedener Weise, am einfachsten bei einigen Fischen, Amphibien (Stockfisch — Brewster, Triton, Harting, Salamander — Harley, Frosch — Becker) und Vögeln, wo die Linsenfasern einer und derselben Schicht vom Aequator beginnen, sich allmählich verschmälern und ähnlich den Zwischenräumen der Meridianen auf dem Globus mit zugespitzten Enden auf einem Punkte der Linsenachse einander begegnen. Bei einigen Fischen, wie z. B. dem Torpedo, vereinigen sich auch die hinteren Enden der Fasern auf der Achse, während die vorderen einer jeden Schicht für sich durch ihr Zusammentreffen eine Naht bilden, welche sich auf der Vorderfläche der Linse bei schwacher Vergrösserung als gerade Linie, perpendiculär zur Achse der Linse gerichtet, darstellt, und von welcher die Enden der Fasern strahlenförmig gegen den Aequator aus einander gehen. Indem die Nähte der folgenden inneren Schichten gleichfalls gerade Linien darstellen mit allmählicher Verkürzung gegen das Centrum der Linse, so kann man sagen, dass im gegebenen Falle die vorderen Enden der Linsenfasern aller Schichten sich auf einer (übrigens sehr unebenen) Fläche begegnen, welche vielleicht die Form eines Dreiecks darstellt, deren leicht bogenförmige Basis gegen die Vorderfläche der Linse gekehrt ist, während ihr Scheitel sich im Linsenkern verliert.

Bei dem grössten Theile der Fische und Amphibien und bei einigen Säugethieren (Kaninchen, Hasen, Delphinen) endigen, sowohl die vorderen, als hinteren Enden der Linsenfasern auf die eben beschriebene Weise, wobei die hintern und vordern Nähte, welche das Ansehen von geraden Linien besitzen, nicht in derselben Ebene liegen, sondern sich unter einem geraden Winkel schneiden. In diesem Falle umgreifen die Fasern nicht die ganze Hälfte der Linse, sondern nur einen Theil derselben, und zwar geschieht das auf folgende Weise: Beginnt z. B. das vordere Ende einer Faser am Ende der vorderen Naht, so endigt sie in der Richtung des Meridians nach hinten gehend, dort auf der Mitte der Naht, demnach also in der Achse der Linse. Beginnt eine Faser in der Mitte der vorderen Naht, so geht sie zum Ende der hinteren. Beim menschlichen Fötus, beim Neugeborenen und bei vielen, vielleicht bei der Mehrzahl der Thiere stellt das Zusammentreffen der Fasern sowohl an der Vorder- als Hinterfläche der Linse complicirte Verhältnisse dar, welche in Folgendem bestehen: Die Nähte stellen eine Art Stern dar, welcher vorzüglich drei Strahlen erkennen lässt, deren Vereinigungspunkt der Linsenachse entspricht. Der Winkel, welcher von je zwei Strahlen gebildet wird, beträgt in diesem Falle 120°. Die Strahlen des vorderen und hinteren Sternes liegen nicht in derselben Ebene, sondern so, dass die Projektion jedes vorderen Strahles in die Mitte zwischen zwei Strahlen des hinteren Sterns fällt, mit anderen Worten, der Vorder- und Hinterstern sind gegen einander um 60° gedreht. Endlich giebt es Thiere, bei denen, wie auch beim erwachsenen Menschen die Sterne aus einer grösseren Zahl von Strahlen bestehen. So z. B. kann man beim Menschen im Vordersterne ihrer bis zu neun zählen, im Hinter-

sterne noch mehr. (Fig. 373 A. u. B.) Nicht selten theilen sich die Strahlen an ihren Enden; doch selbst bei dieser Complication liegen die Strahlen des vorderen und hinteren Sternes nicht in denselben Ebenen. Dazu betrifft diese

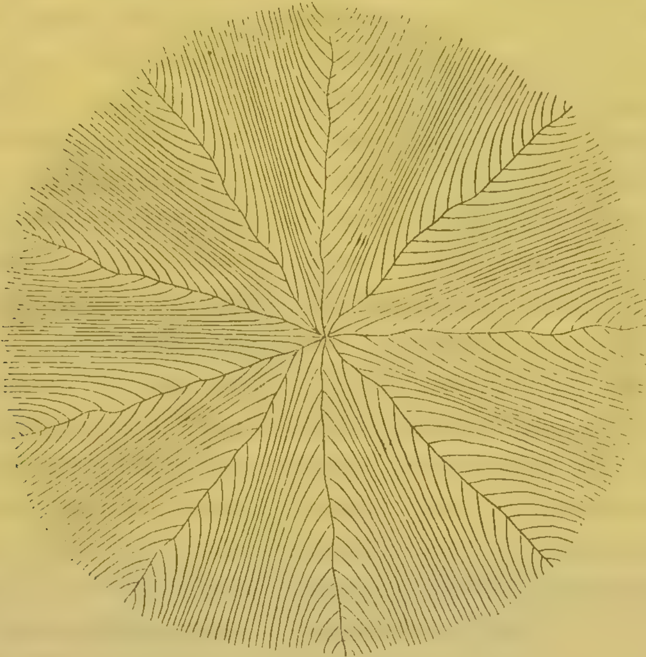


Fig. 373 A. Linsenstern. Vorderer.

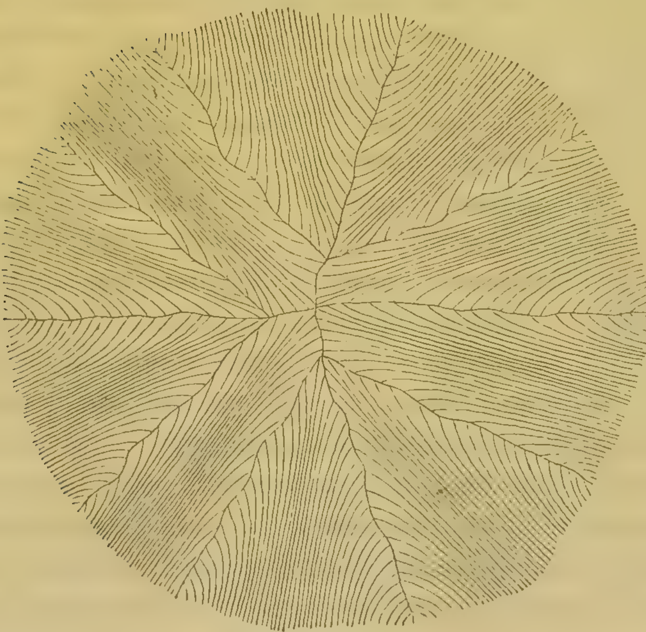


Fig. 373 B. Linsenstern. Hinterer.

Complication nur die oberflächlichen Schichten der Linse, während in den tiefer gelegenen diese complicirten Sterne, wie das an der Linse des erwachsenen Menschen bekannt ist, sich in dreistrahlige verwandeln.

Alle früheren Forscher (Werneck, Hannover, Kölliker, Henle, Leydig, Becker und Andere) glaubten, dass die Enden der Fasern sich in den Strahlen der Sterne nicht unmittelbar berühren, sondern, dass zwischen ihnen ein Zwischenraum übrig bleibe, der von einer structurlosen oder körnigen Masse ausgefüllt werde, welche man für einen constanten Bestandtheil der Linse hielt. Da nun die Sterne durch alle Schichten hindurchgehen, so sollten, entsprechend der Anzahl der Strahlen dieser Sterne, Spalten existiren, die sowohl von der vorderen, als hinteren Fläche der Linse in perpendiculärer Richtung zum Linsenkern dringen. Becker (Arch. f. Ophthalmologie 1863) wollte diesen Spalten, welche im Leben des Thieres nach seiner Meinung von dickflüssiger, vollkommen homogener, wasserklarer Substanz erfüllt sind, eine besonders wichtige Bedeutung bei der physiologischen Funktion der Linse zuschreiben. Er glaubte nämlich, dass gedachte Spalten sich mit Hülfe von in ihren Wänden befindlichen Oeffnungen mit besonderen Canälen vereinigten, welche, mit Oeffnungen in ihren Wänden beginnend, sich zwischen den Fasern der Krystalllinse (interfibrilläre Gänge) verbreiten, so dass der Inhalt der sternförmigen Spalten sich während der Accomodationsveränderungen der Linse in die Gänge und umgekehrt ergiessen könne. Allein schon Kölliker äusserte sich in seiner Mikroskopischen Anatomie (S. 711), dass er von der erwähnten Substanz an Linsen mit gut erhaltenen Faserenden sehr wenig gefunden habe; Hensen erklärte die Becker'schen Gänge für Kunstproducte, Sernoff endlich zeigte zur Evidenz, dass weder Sternspalten mit darin befindlicher Substanz, noch interfibrilläre Gänge existiren. Letzterer bewies, dass an ganz frischen und gut gehärteten Präparaten die Fasern in den Strahlen der Linse unmittelbar an einander stossen, und die Strahlen selbst sich bei starker Vergrösserung als wellenförmige Linien darstellen. (Fig. 374). Mit Vorsicht geführte Schnitte der Linse in beliebiger Richtung überzeugen gleichfalls, dass zwischen ihren Fasern keinerlei Zwischenräume bestehen. Somit wäre nachgewiesen, dass sowohl die structurlose Sternsubstanz, als auch die Becker'schen Gänge nichts als Kunstproducte sind, von denen erstere augenscheinlich von einem Zerfalle der Linsenfaserenden abhängen, letztere aber durch unvorsichtig und unzart ausgeführte Schnitte und dadurch entstandene Verschiebung der Fasern zu Stande kommen.

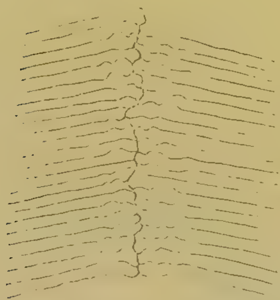


Fig. 374. Horizontalschnitt durch eine Naht an der Ochsenlinse, um zu zeigen, wie an ihr die Linsenfasern gegen einander stossen.

Was die Linsenfasern anlangt, so wissen wir, dass ihre Länge, Dicke etc. in verschiedenen Schichten eine verschiedene ist; dass sie jedoch immer den Charakter flacher Bänder haben, welche im Durchschnitte sich als mehr oder weniger schmale verlängerte Sechsecke darstellen. Wird der Schnitt durch mehrere, in ihrer natürlichen Lage befindliche Fasern geführt, so erhält man eine Figur, welche an Honigwaben erinnert, deren Zellen in derselben, und

zwar parallelen Richtung zur Linsenoberfläche ausgezogen sind. (Fig. 375 u. 376.) Aus diesem Querschnitte ist ersichtlich, wie der Rand einer Faser sich in den Winkel, der von den Rändern der benachbarten, einander deckenden

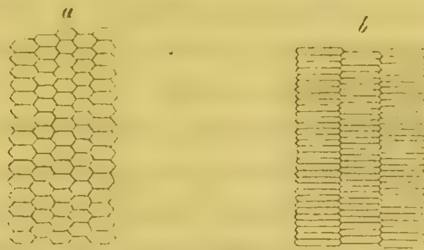


Fig. 375. Senkrechte Schnitte durch Linsenfasern in ihrer natürlichen Lage. *a* Vom Kalbe. *b* Vom Huhn.

Fasern gebildet wird, hineinschießt. Bei den Vögeln erweisen sich die genannten Sechsecke sehr lang und eng, was beweist, dass bei ihnen die Fasern bei Weitem flacher sind, als bei Säugethieren. (Die sogenannten radiären Fasern bei Vögeln beziehe ich auf die vordere Epithelialschicht der Linse.) Bei Fischen sind die Fasern so flach, dass es schwer hält, mit Bestimmtheit zu entscheiden, welche Form sie im Querschnitte besitzen.

Im Allgemeinen sind die oberflächlichen Linsenfasern breiter und dicker, als die tiefer gelegenen. Uebrigens sind die Dimensionen der Fasern im Querschnitte auf der ganzen Länge derselben sich nicht überall gleich. Beim Menschen sind diejenigen Fasern, welche am Rande der Linse gelegen und, wie oben erwähnt, nach aussen gebogen sind, an ihren Enden dicker als in der Mitte. Diejenigen Fasern hingegen, welche näher zum Kerne liegen, und deren Enden sich in der Richtung zur Achse der Linse umbiegen, verjüngen sich allmählich auf beide Seiten von ihren äquatorialen Theilen; jedoch verbreitern sich ihre Enden wieder ein wenig. Bei Säugethieren endigt der grösste Theil der Linsenfasern an irgend einer Stelle der Oberfläche oder in den Sternstrahlen mit verdickten oder verbreiterten Enden. Reichen die Linsenfasern bis zur Achse (wie das nach dem oben Gesagten bei einigen Fischen, Amphibien und Vögeln der Fall ist), oder begegnen sie sich nur in einer Linie (wie bei Kaninchen, Hasen etc.), dann ist es selbstverständlich, dass ihre Enden sich nicht verbreitern, sondern von der Aequatorialgegend an allmählich verjüngen und im ersteren Falle sehr spitzwinklig, im zweiten aber mehr oder weniger stumpf endigen.

Die Contouren der Fasern sind gleichfalls verschieden. Bei allen Thieren haben die oberflächlichen immer glatte, die tiefern hingegen unebene, sogar gezähnte Ränder. Dies ist beim Menschen, und zwar vorzüglich an den Enden der Fasern am wenigsten der Fall. Die Zähnelung ist schon mehr ausgesprochen bei Säugethieren, und noch mehr bei Amphibien und Vögeln. Bei der Mehrzahl der Fische sind die Fasern, wie schon Brewster zeigte, mit sehr

langen und regelmässigen Zähnen besetzt. (Fig. 376.) Wie lang aber auch die Zähne sein mögen, sie verkleinern sich in dem Masse, als sich die Fasern den Enden nähern, und gehen endlich in wellenförmige Unebenheiten über. Die Zähne einer Faser sind gegen die Zähne der Nachbarfasern gerichtet und greifen möglicherweise unter Umständen in dieselbe ein; bei Säugethieren und Vögeln ist das entschieden nicht der Fall.



Fig. 376. Isolirte Linsenfasern.
A. vom Menschen.
B. vom Fisch.
a mittlerer Theil.
b Enden.

Diejenigen Fasern, welche unmittelbar am Rande der Linse und mehr oder weniger tief nach innen gelegen sind, besitzen alle je einen einzigen, scharf conturirten, ovalen Kern, in dessen Mitte ein rundes Kernkörperchen sichtbar ist. Diese Kerne nehmen in verschiedenen Fasern eine verschiedene Lage ein. In den benachbarten Fasern jedoch entfernen sie sich nicht sehr von einander, so dass auf meridionalen Schichten der Linse dieselben einen mehr oder weniger breiten und verschieden stark gekrümmten Gürtel, die sogenannte Meyer'sche Kernzone bilden, welche sich als unmittelbare Fortsetzung einer regelmässigen Reihe von Epithelialkernen herausstellt. (Fig. 372. A. u. B.)

Ritter (Archiv für Ophthalmologie Bd. XII, Abth. 1, p. 17) entdeckte im Centrum der Linse bei Fröschen kurze Fasern mit Kernen, oder richtiger gesagt, Zellen, welche seiner Meinung nach die bildenden Elemente für die Linsenfasern darstellen sollten. Sernoff fand ähnliche Zellen, jedoch nur bei Fröschen. Berücksichtigt man, dass diese Zellen sehr resistent sind, dass ihre Oberfläche im Allgemeinen sehr unregelmässig, runzlig, dass sich in ihnen nicht immer Kerne finden, oder, wenn sich solche vorfinden, dieselben unregelmässig gezackt erscheinen, so dürfte es vielmehr gerechtfertigt sein, dieselben für Ueberreste alter Embryonalzellen, welche nur eine gewisse Entwickelungsstufe erreicht haben, zu halten, statt für junge Bildungszellen, als Baumaterial zu Linsenfasern.

Die Consistenz der Linsenfasern ist eine verschiedene, je nach den Schichten, in denen sie sich befinden. Die oberflächlichen Fasern sind gewöhnlich sehr weich und zart und zerfallen leicht durch macerirende Flüssigkeiten in gesonderte Tropfen von verschiedener Grösse (Glaskugeln), theils aber in eine feinkörnige oder structurlose Masse. Dieses Zerfallen kommt auch nach dem Tode des Thieres spontan zu Stande. Da nun diesem Zerfallen anfangs namentlich die Enden der Fasern unterworfen sind, so ist es begreiflich, dass die Produkte des Zerfalles sich vor Allem in dem Linsensterne anhäufen müssen; man hielt diese Produkte früher für normale Bestandtheile der Linse. Ausserdem bilden sich unter gewissen Verhältnissen in den Fasern Vacuolen; häufig erweisen sich ihre Ränder unter eben diesen Verhältnissen gleichsam angefressen. Je tiefer, je mehr zum Centrum die Fasern liegen, desto resi-

stenter werden sie, und desto weniger zerstörend wirken Reagentien auf sie ein.

Gewöhnlich schreiben die Autoren den Linsenfasern eine Hülle zu und geben ihnen daher einen anderen Namen, nämlich Linsenröhren. Allein das Vorhandensein dieser Hülle zu beweisen, ist äusserst schwierig, besonders an den ausserordentlich dünnen, gezähnten Fasern der Fische, und die Gründe, auf welche sich die Autoren stützen, sind noch viel unhaltbarer als diejenigen, welche die Gegenwart von Membranen an Blutkörperchen beweisen sollen. Man beschreibt ferner auch Längs- und Querstreifen in den Linsenfasern. Doch ist diese Streifung so selten zu beobachten und stellt so viel Unregelmässiges und Unbeständiges in ihrer Anordnung dar, dass man aus ihrem Vorhandensein nicht berechtigt ist, auf den feineren inneren Bau der Linsenfasern zu schliessen; es sind dieselben vielmehr als zufällige Runzelungen und Unebenheiten der Fasern aufzufassen.

Unter dem Einflusse verdünnter Mineralsäuren, Alkohol und beim Kochen trüben sich die Linsenfasern, und ihre Contouren treten dabei schärfer hervor. Dies rührt daher, dass zu ihren hauptsächlichsten chemischen Bestandtheilen Eiweissstoffe gehören, und zwar in vorwiegender Menge das Globulin mit einer gewissen Menge von Kali albuminatum und gewöhnlichem Serumeiweiss. Ausserdem hat man auch unter den Bestandtheilen der Linsenfasern etwas Fett mit Spuren von Cholestearin, nicht über $^1/_2$ % Asche und 60 % Wasser aufgefunden. Die qualitativen Verhältnisse müssen sich je nach den Schichten, welche die Fasern einnehmen, ändern; denn abgesehen davon, dass die Centralfasern resistenter sind, härtet sich unter denselben Reagentien der Kern der Linse viel stärker als die oberflächlichen Schichten, so dass z. B. bei Fischen der Kern durchsichtig bleibt, hart und unschneidbar wird. Die Trübung und Vacuolenbildung in den Linsenfasern wird gleichfalls durch Mittel bedingt, die denselben Wasser entziehen.

Was den Ursprung des Linsenkörpers und die Entstehung der denselben zusammensetzenden Fasern betrifft, so geht aus dem oben beschriebenen unmittelbaren Uebergange der vorderen Epithelialschicht der Linse in die hintere faserige Schichte klar hervor, dass jede Linsenfaser nichts anderes als eine kolossale metamorphosirte in die Länge ausgezogene Epithelialzelle ist, und die Entwickelungsgeschichte lehrt weiter, dass die Bestandtheile des Linsenkörpers aus epidermoidaler äusserer Schicht des Embryo entsteht.

Wie oben erwähnt, ist der Linsenkörper allerseits von einer Membrana umzogen, welche vollkommen structurlos, glatt und wasserklar ist. Nur im Falle, dass diese Membran sehr dick ist, kann man an Querschnitten erhärteter Präparate eine Längsstreifung erkennen, was zu Gunsten einer Schichtung derselben spricht. Die Kapsel ist nicht überall gleich stark. So ist beständig und bei allen Thieren die vordere Hälfte und zwar derjenige Theil, welcher vom Anheftungsrand der Zonula Zinnii begrenzt wird, immer dicker (beim Menschen fast um das Doppelte) als die hintere Hälfte. Am

dünnsten ist sie am hinteren Pole. Die Substanz der Kapsel ist ziemlich resistent und sehr elastisch. Beim Einschnitt rollt sie sich sehr leicht nach aussen auf. Auf der hinteren Fläche der Linsenkapsel fanden einige Autoren Epithelialzellen, was wahrscheinlich daher kam, dass man die innere Fläche der Vorderkapsel als mit Epithelialzellen bekleidet annahm und beschrieb. Es wäre jedoch natürlicher, auf Grund der Entwickelungsgeschichte der Linse die Sache umgekehrt zu betrachten, nämlich, dass das Epithel, welches die Vorderschicht und die unmittelbare Fortsetzung der hinteren Schicht bildet, wie auch diese letztere, von der Kapsel bekleidet ist. Es scheint, dass man entweder die Abdrücke derjenigen hinteren Enden der Linsenfasern, welche unmittelbar an die Kapsel stossen oder die kugeligen Gebilde, welche aus dem Zerfall eben dieser Enden entstehen, für Epithelialzellen gehalten hat. Die Frage, welche genetische Bedeutung die Linsenkapsel habe, bietet für ihre Beantwortung die grössten Schwierigkeiten. Man behauptet zwar, dass sie das Product der Ausscheidung der Epithelialzellen sowohl als auch der Linsenfasern sei, doch giebt es hierfür durchaus keinerlei Beweise. Ich habe sehr oft gesehen, dass die erste Anlage der Linsenkapsel, welche ungemein zart ist, gefaltet und von der Oberfläche der embryonalen Linse entfernt war, was sich schwer mit der Annahme ihrer Entstehung durch Ausscheidungsproducte vereinigt. Ich habe an Präparaten von Sernoff, der sich lange mit dieser Frage beschäftigt hat, Gelegenheit gehabt zu sehen (bei Hühnerembryonen), dass die Linsenkapsel Kerne enthielt, und es wäre vielleicht natürlicher, sie zu den metamorphosirten bindegewebigen Bildungen zu zählen. Die Frage ist übrigens selbstverständlich nicht zum Abschluss gebracht.

VII.

Ueber die Hornhaut.

Von

Alexander Rollett.

Die Hornhaut des Auges der Wirbelthiere besteht aus mehreren Schichten verschiedener Gewebe. Die vorderen und hinteren Grenzen der Schichten laufen nahezu parallel den Oberflächen der Hornhaut, seitlich am Hornhautrande (Limbus corneae) werden sie begrenzt von der Conjunctiva, der Sclerotica und dem Ligamentum pectinatum iridis.

Schichten der Hornhaut. Fig. 377.

Von aussen nach innen gezählt sind die in der Hornhaut schichtweise sich folgenden Gewebe:

1. Das äussere Epithelium der Hornhaut, Fig. 377 *a—b*. Dasselbe ist ein geschichtetes Plattenepithelium.

2. Das eigentliche Hornhautgewebe (Substantia propria seu fibrosa corneae, faserige Schicht der Hornhaut, lamellöse Hornhaut) Fig. 377 *b—c*. Mit dieser Schichte beginnen die zu den Geweben der Bindesubstanz gehörigen Schichten der Hornhaut.

3. Die Descemetische Haut (Demoursische Haut, Membrana humoris aquei, glasartige Lamelle der Hornhaut, Lamina elastica posterior, Bowman, innere Basalmembran, Henle, Fig. 377 *c—d*). Eine scharf begrenzte, für gewöhnlich homogen erscheinende Lamelle.

4. Das Endothel der Descemetischen Haut (inneres Epithelium der Hornhaut, Epithelium der Descemetischen Membran, Epithelium humoris aquei, Fig. 377 *d—e*), eine einfache Lage abgeplatteter Zellen.

Durchschnitte senkrecht auf die Oberfläche getrockneter oder in Chromsäure, Müller'scher Flüssigkeit oder Alkohol gehärteter oder auch gefrorener Hornhäute lassen die beschriebene Schichtenfolge leicht erkennen. Die

Schichten sind verschieden dick, die dickste Schichte wird von dem eigentlichen Hornhautgewebe gebildet, beim Menschen am äusseren Umfange über 1 Mm. dick, in der Mitte etwas dünner (Brücke[1]). Ihr zunächst folgt an Mächtigkeit das äussere Epithel, beim Menschen 0,03 Mm. dick (Henle[2]). Dann kommt die Descemetische Membran, beim Erwachsenen in der Mitte 0,006—0,008 Mm., am Rande 0,01—0,012 Mm. dick (H. Müller[3]), und endlich das Endothel der Descemetischen Haut.

Das Bild, welches das äussere Epithel, die Descemetische Membran und ihr Endothel auf solchen Schnitten ergeben, bedarf vorläufig keiner weiteren

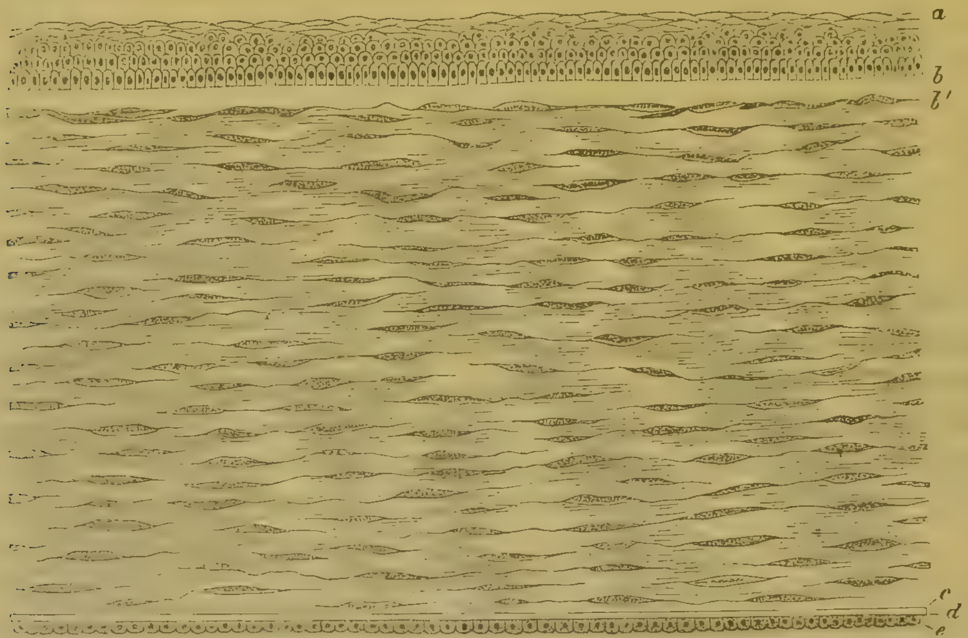


Fig. 377. Meridionaler Schnitt durch die Hornhaut des erwachsenen Menschen aus einem in Müller'scher Flüssigkeit erhärteten Bulbus. Der Schnitt war mit Carmin gefärbt und mit Nelkenöl durchsichtig gemacht.

Erläuterung (Fig. 377), weniger leicht ist es, sich in dem Durchschnittsbilde des eigentlichen Hornhautgewebes zu orientiren.

Nimmt man dasselbe wie es z. B. auf einem mit Carmin gefärbtem Durchschnitte durch ein mit Müller'scher Flüssigkeit gehärtetes Auge sich darstellt, Fig. 377 *b—c*, so kann man dieser Schichte ein gebändertes Ansehen zuschreiben. Die Substanz, welche den Grund bildet, erscheint, aber bei weitem nicht regelmässig, in Streifen (Lamellen, Bowman'sche Lamellen) secundäre Lamellen (Henle[4]) zerlegt, die der Länge nach in der Richtung der Durchschnittslinien der Oberflächen der Hornhaut verlaufen, und zwar wird die Zerlegung bewirkt durch in derselben Richtung eingetragene, längliche Figuren,

1) Anatomische Beschreibung des menschl. Augapfels. Berlin 1847. p. 9.
2) Handbuch der Eingeweidelehre. Braunschweig 1866. p. 605.
3) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II, 1. Abth. p. 48.
4) l. c. p. 592.

die stellenweise breiter erscheinen, stellenweise zu einfachen Linien verschmälert sind. Indem sich die breiteren Theile zuspitzen, gehen sie in jene Linien über und hängen mittelst derselben zusammen, oder aber jene Linien verlieren sich allmählich in den Grund. In den Verbreiterungen liegen, dunkler als die Substanz des Grundes und stärker gefärbt erscheinend als dieser, längliche Massen (Toynbee-Virchow'sche Hornhautkörperchen), welche den Spalt in dem Grunde völlig ausfüllen, oder aber es erscheinen an anderen Stellen jene Massen einseitig oder auch von beiden Seiten vom Grunde abgelöst, kleiner als die weitere Lücke der Grundsubstanz. Nahe der äusseren Oberfläche (Fig. 377) folgen in einer bestimmten Entfernung vom äusseren Epithel in der Richtung der Durchschnittslinie der Oberfläche jene verbreiterten Figuren rascher auf einander, als in den übrigen Theilen des Schnittes, und zwischen jener an Körperchen reicheren Lage und dem äusseren Epithel folgt dann ein Band des Grundes, welches breiter ist als alle übrigen (Lamina elastica anterior (Bowman), vordere Basalmembran (Henle[1]), Fig. 377 *b—b'*. Es gemahnt dasselbe durch sein gleich breites, glattes Ansehen an die Descemetische Membran, ist aber breiter als diese und niemals so scharf begrenzt. Gegen das Epithel tritt sein Grenzcontour nicht so völlig scharf hervor, wie der der Descemetischen Membran gegen das innere Epithel. Die innere Grenze jenes Bandes ist noch weniger scharf, indem es in die Brücken, welche die Grundsubstanz zwischen den erwähnten, gedrängt liegenden Körperchen bildet, allmählich übergeht. Das beschriebene Verhalten ist sehr ausgezeichnet an einem Durchschnitte durch die mittleren Parthieen der menschlichen Hornhaut zu sehen. An den Randtheilen erscheint ein etwas anderes Bild, indem dort Bänder von dem Ansehen der Grundsubstanz im geschwungenen Verlaufe aus tieferen Lagen bis zur Grenze an das Epithelium aufsteigen und von dort in ähnlicher Weise wieder zurückkehren (Fibrae arcuatae), Stützfasern (Henle[2]). Ein Verhalten, welches in der Hornhaut gewisser Thiere, z. B. beim Ochsen, in allen Theilen der Hornhaut die Regel ist.

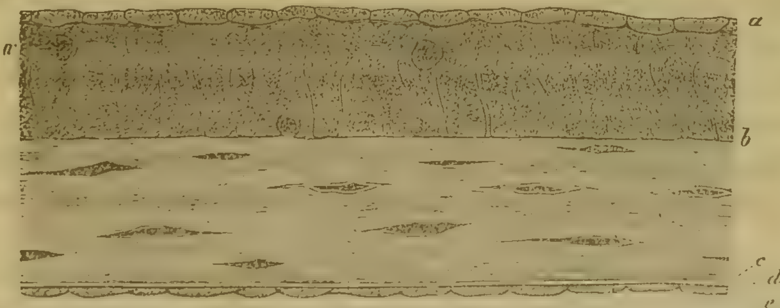


Fig. 378. Hornhautschichten an einer Falte der frisch in humor aqueus untersuchten Froschcornea. *ab* äusseres Epithel. *bc* Hornhautgewebe. *d* Descemetische Haut. *e* Endothel der letzteren.

An dünneren Hornhäuten kleiner Thiere, z. B. an der Hornhaut des Frosches, lässt sich die Schichtenfolge auch beobachten, wenn man mit einer

1) l. c. p. 605. 2) l. c. p. 604.

scharfen Scheere am Cornealrande ausgeschnittene Hornhäute in humor aqueus unter das Mikroskop bringt und Stellen aufsucht, wo sich die Membran gefaltet hat. Man vergleiche in dieser Beziehung Fig. 378.

Die beschriebenen Schichten der Hornhaut sind nun näher auf ihren feineren Bau zu untersuchen.

Das eigentliche Hornhautgewebe.

Das eigentliche Hornhautgewebe gehört den Geweben der Bindesubstanz an. Als mikroskopische Formen desselben können wir unterscheiden Zellen und zu Bündeln geordnete Fibrillen, welche letztere das Hornhautgewebe in verschiedenen Richtungen durchziehen, endlich besonders gestaltete Höhlungen, welche die Zellen der Hornhaut beherbergen. Im Hornhautgewebe finden sich also Formen vor, wie man sie in ähnlicher Weise auch in dem fibrillären Bindegewebe nachweisen kann, mit welchem das eigentliche Hornhautgewebe die grösste Aehnlichkeit besitzt; es liegt darum auch eine sehr ähnliche und vielfach zusammenhängende geschichtliche Entwickelung der Lehre von beiden Geweben vor[1].

Die Zellen des Hornhautgewebes. Man hat in dem Hornhautgewebe zweierlei Formen von Zellen zu unterscheiden gelernt.

Eine wenig beachtete Beschreibung der einen Form lieferte zuerst TOYNBEE[2], aber erst VIRCHOW brachte dieselbe gelegentlich seiner Studien[3] über die Bindesubstanzen in so eindringlicher Weise zur Geltung, dass sie seit jener Zeit unter dem Namen der Hornhautkörperchen oder der TOYNBEE-VIRCHOW'schen Hornhautkörperchen bis auf unsere Tage eine reiche Quelle von Studien und Streitigkeiten unter den Histologen abgaben. Auf die zweite Form von Zellen in dem Hornhautgewebe hat v. RECKLINGHAUSEN[4] zuerst aufmerksam gemacht. Es sollen zuerst die letzteren betrachtet werden.

Wanderzellen und Infiltration der Hornhaut mit Wanderzellen. Die Wanderzellen (bewegliche Körperchen der Hornhaut, v. RECKLINGHAUSEN[5]) sind im lebenden Gewebe durch ihre lebhaften amöboiden Bewegungen ausgezeichnet[6].

Man findet dieselben leicht in jeder frisch exstirpirten Hornhaut vom Frosche, welche man in toto unter Zusatz von humor aqueus mit der Desce-

---

1) Vergleiche dieses Handbuch, p. 34—37 und p. 51—52.

2) Philosoph. Transactions 1841. Part. II, p. 179.

3) Würzburger Verhandlungen. Bd. II, p. 154 und 314. Cellularpathologie. STRUBE, Der normale Bau der Hornhaut und die pathol. Abweichungen in demselben, Diss. inaug. Würzburg 1851.

4) Ueber Eiter- und Bindegewebskörperchen. VIRCHOW's Archiv. Bd. 28. p. 157.

5) l. c. p. 168 u. d. f.

6) Vergl. d. Handbuch, p. 39 u. 40.

metischen Membran nach oben in einer feuchten Kammer unter das Mikroskop legt. (v. Recklinghausen, Engelmann[1]).

Ihre Anzahl ist eine wechselnde in verschiedenen Hornhäuten. Deutlicher und schärfer begrenzt erscheinen sie erst nach einigem Liegen des Präparates, sie treten dann durch ihren Glanz hervor. Ihre lebhaften Formveränderungen gleichen völlig jenen der amöboiden Zellen des Froschblutes oder frei im humor aqueus befindlichen Eiterkörperchen dieser Thiere. Im Hornhautgewebe sind aber ihre Formen häufig auffallend verlängert und dabei sehr schmal. Die bewegten Zellen wandern im Gewebe. Dieses Phänomen kann nur verstanden werden, wenn man ausser der Beweglichkeit der Zellen auch die Durchgängigkeit des Mediums (Hornhautgewebe), in welchem wir sie beobachten, eingehend berücksichtigt. Das letztere auf später verschiebend, wollen wir hier die Durchgängigkeit des Gewebes voraussetzen und die Zellen für sich verfolgen.

Man findet Wanderzellen in allen Tiefen des Hornhautgewebes. Die Bahnen, welche sie beschreiben, sind verschieden, gewöhnlich stark gebogen, (v. Recklinghausen[2]). Doch sieht man sie auch geradlinig. Im letzteren Falle erfolgte der Durchgang einer Zelle durch das Sehfeld eines Kellner'schen Mikroskopes in einer halben bis einer Stunde (v. Recklinghausen).

Wie beim Frosch, so beobachtet man auch bei anderen Thieren in der frischen Hornhaut die Wanderzellen.

Unter den Säugethieren sind bei der Ratte, dem Kaninchen, Hund, Hammel, Rind und Schwein Beobachtungen darüber angestellt (v. Recklinghausen). Es müssen aber zu dem Ende aus den dickeren Hornhäuten mittelst eines scharfen Messers Flächenschnitte des frischen Hornhautgewebes gewonnen werden. Die Wanderungen sind hier nicht in allen Fällen, aber oft ebenso ausgezeichnet zu beobachten, wie bei Fröschen.

Die Wanderzellen der Froschhornhaut verwandeln sich in stark glänzende, rundliche, mit nur kurzen Fortsätzen oder Vorsprüngen versehene Körper, wenn man die Hornhaut in Zuckerlösung von mässiger Concentration einlegt (v. Recklinghausen, Engelmann). Die Zahl der Wanderzellen nimmt beträchtlich zu, wenn an der Hornhaut durch Aetzung mit Höllenstein eine Entzündung hervorgerufen wird (eitrige Infiltration).

Dasselbe ist der Fall bei jeder durch andere Einflüsse hervorgerufenen, traumatischen Keratitis.

Nachdem vorerst die amöboiden Eigenschaften der Eiterkörperchen, die nach der Hornhautätzung im humor aqueus auftreten, constatirt worden war, und damit auch die schon früher, namentlich von Virchow vertheidigte Anschauung von der Identität der Eiterkörperchen und der weissen Blutkörperchen zum Durchbruche gebracht war, zeigte es sich auch sogleich, dass die in eitrig infiltrirten Hornhaut-

1) Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867, p. 3 u. d. f.
2) l. c. p. 171.

parthieen befindlichen Eiterkörperchen dieselbe Beweglichkeit besitzen, und dass ähnliche, aber spärlich auftretende, amöboide Zellen schon in der normalen Hornhaut als Wanderzellen sich vorfinden (v. Recklinghausen[1])).

Man kann in der Lehre von der Hornhaut nicht Umgang nehmen von einem näheren Eingehen auf die Abkunft der bei der eitrigen Infiltration auftretenden amöboiden Zellen, und zwar aus dem Grunde, weil, wie wir später sehen werden, die Studien über diesen Gegenstand eine entscheidende Rolle spielen in den Controversen über die Eigenschaften und die Bedeutung derjenigen Zellform in der Hornhaut, die wir früher als Hornhautkörperchen oder Toynbee-Virchow'sche Hornhautkörperchen bezeichneten.

Man wurde zuerst auf Bilder aufmerksam, welche man dafür sprechen liess, dass die Trübung der Hornhaut bei der traumatischen Entzündung auf Rechnung einer Proliferation von in der Hornhaut enthaltenen Zellen (Kernen) zu setzen sei (Bowman[2])).

Als man anfing, die Hornhautkörperchen genauer zu untersuchen, schickte man sich auch an, die Veränderungen derselben bei der Entzündung kennen zu lernen (Virchow[3]), Strube[4])), und durch fortgesetzte solche Studien (His[5]), Weber[6]), Rindfleisch[7]), Langhanns[8])) versuchte man, der Annahme der Entstehung der Eiterkörperchen aus den Hornhautkörperchen ein näher detaillirtes Gepräge zu verleihen. Endlich wurde nach Feststellung der amöboiden Eigenschaften der Wanderzellen angedeutet, wie die Hornhautkörperchen, sei es direct, sei es unter dabei erfolgender Zelltheilung, sich in die Wanderzellen umgestalten könnten (v. Recklinghausen[9]). Man brachte aber gleichzeitig auch in Erfahrung, dass Hornhäute, die man verschiedenen Thieren exstirpirt hatte, und welche noch lebend oder nach vorausgegangenem Absterben in Lymphsäcken lebender Frösche bewahrt worden waren, vom Rande her zahlreiche amöboide Zellen aus der Umgebung als Einwanderer in sich aufnahmen (v. Recklinghausen[10]).

Und nur einige Jahre später wurde die Lehre vorgetragen, dass die Eiterkörperchen auch bei der Keratitis am lebenden Thiere, ebenso wie bei der Entzündung anderer Organe zum überwiegenden Theile als emigrirte und in das Hornhautgewebe eingewanderte weisse Blutkörperchen zu betrachten seien (Cohnheim[11])).

Damit war, wie sich bald zeigte, auf vergessene Anschauungen zurückgegriffen, die schon vor längerer Zeit auf Grund directer Beobachtungen über die Eiterbildung ausgesprochen worden waren (Waller[12])). Jene Beobachtungen bezogen sich in erster Linie auf die Durchgängigkeit der Gefässwände für die Blutkörperchen.

Ein Vorgang, der erst durch neuere directe Beobachtungen über den Durch-

---

1) l. c. p. 157—171.

2) Lectures on the parts concerned in the operations in the eye and on the structure of the retina. London 1849, p. 29. Fig. 5.

3) Ueber parenchymatöse Entzündung. Virchow's Archiv. Bd. IV, p. 259.

4) l. c.

5) Beiträge zur normalen und patholog. Histologie der Hornhaut. Basel 1856, p. 45.

6) Zur Entwickelungsgeschichte des Eiters. Virchow's Archiv. Bd. XV, 475.

7) Untersuchungen über die Entstehung des Eiters. Virchow's Archiv XVII, p. 239.

8) Das Gewebe der Hornhaut im normalen und patholog. Zustande. Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe. XII. Bd. p. 22.

9) l. c. p. 181.

10) l. c. p. 183.

11) Ueber Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv. Bd. XL, p. 1.

12) Philosophical Magazine 1846. Tom 29, p. 271 u. 398.

tritt rother (STRICKER[1]) und weisser Blutkörperchen (COHNHEIM[2]) durch die Gefässwandungen in sicherer Weise bewiesen wurde.

Für die zahlreichen Eiterkörperchen, welche sich bei der eitrigen Infiltration in der Hornhaut vorfinden, sei nun die Quelle nur im Blute, nicht aber in den Hornhautkörperchen zu suchen, da die letzteren in den eitrig infiltrirten Parthieen der Hornhaut noch völlig unverändert vorhanden seien (COHNHEIM). Die eitrige Infiltration soll ferner immer am Rande der Hornhaut, also an dem, wie wir später sehen werden, mit Gefässen ausgerüsteten Theile der Hornhaut beginnen und fanden in den Eiterkörperchen der Hornhaut körnige Pigmente (Anilinblau, Zinnober) sich wieder, welche an einem entlegenen Orte der Blutbahn einverleibt wurden (COHNHEIM[3]).

Im Widerspruche damit überzeugte man sich aber, dass in einer von v. RECKLINGHAUSEN construirten Züchtungskammer auch noch in ausgeschnittenen und geätzten Hornhäuten von Säugethieren und Fröschen eine Anhäufung beweglicher Zellen um die gereizte Stelle stattfindet. Diese Zellen müsse man aber als die genetische Nachfolge der dabei verschwundenen Hornhautkörperchen ansehen (F. A. HOFFMANN[4]). Für die Trübung, welche vom Rande der am lebenden Thiere geätzten Hornhaut ausgeht (HIS, COHNHEIM) müssten zwar die beweglichen Zellen aus dem Blute abgeleitet werden, aber die Trübung um die Reizungsstelle sei auf Rechnung jener Proliferation der Hornhautkörperchen zu setzen (F. A. HOFFMANN[5]).

Dagegen wurde wieder für die Nichtbetheiligung der Hornhautkörperchen an der Eiterbildung angeführt, dass in der Hornhaut von Fröschen nach der Aetzung keine Trübung entstehe, wenn das Blut der Thiere vorher durch eine Kochsalzlösung von 0,75 %, die durch die Vena abdominalis während 1—2 Stunden injicirt worden war, völlig (wie COHNHEIM meinte) verdrängt war. Das spräche mit aller Bestimmtheit für die Nichtbetheiligung der Hornhautkörperchen an der Eiterbildung (COHNHEIM[6]).

Es erschienen aber bald darauf neue Untersuchungen (NORRIS und STRICKER[7]), in welchen die Proliferation der Hornhautkörperchen bei der Entzündung und der Uebergang derselben in Wanderzellen auf das Entschiedenste vertheidigt und an einzelnen Bildern erläutert wird.

Für die Abkunft der Wanderzellen in der Hornhaut sind also bei den einzelnen Autoren zwei verschiedene Quellen und diese in verschiedener Weise in Anspruch genommen: das Blut allein; die Hornhautkörperchen allein; oder beide gleichzeitig.

Wir werden diese Fragen erst später wieder aufnehmen, wenn wir uns vorerst auch über die Eigenschaften und über die Erscheinungsweise der zweiten Form von Zellen in der Hornhaut näher unterrichtet haben.

Das Zellennetz der Hornhaut. Die Hornhautkörperchen, (Toynbee-Virchow'sche Hornhautkörperchen, sternförmige (strahlige, vielstrahlige) Hornhautkörperchen, unbewegliche Horn-

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52, p. 379.

2) l. c. p. 38 u. d. f.

3) l. c.

4) Ueber Eiterbildung in der Cornea. VIRCHOW's Archiv. Bd. 42, p. 204.

5) l. c. p. 209—217.

6) Ueber das Verhalten der fixen Bindegewebskörperchen bei der Entzündung. VIRCHOW's Archiv. XLV. p. 333.

7) Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien. Herausgegeben von STRICKER. 1870, p. 1, 18 u. 31.

hautkörperchen (v. Recklinghausen[1])), fixe Hornhautkörperchen (Cohnheim). Diese Gebilde stellen membranlose, mit Kernen versehene Zellen dar. Jede Zelle besitzt einen platten Körper und eben solchen Kern, die schmalen Durchmesser der Platte stehen senkrecht zur Oberfläche der Hornhaut oder weichen nur wenig von dieser Richtung ab. Die Fläche der Platten präsentirt sich also, wenn man senkrecht auf die Oberfläche der Hornhaut durch dieselbe hindurch sieht oder aber zur Oberfläche parallele Schnitte unter dem Mikroskope betrachtet. Der Rand der platten Zelle erscheint dann unregelmässig, da von demselben eine grössere oder geringere Anzahl von Fortsätzen nach den verschiedensten Richtungen hin abtreten.

Diese Fortsätze verästeln sich, indem sie sich zugleich verjüngen, dabei bleiben sie nicht in der Ebene des platten Körpers der Zelle, sondern treten nach oben und nach unten aus der Ebene des platten Körpers heraus. Die von den neben einander liegenden Zellen abtretenden Fortsätze vereinigen sich mit einander, so dass ein die Hornhaut durchziehendes Zellennetz zu Stande kommt. Die Maschen dieses Netzes sind verschieden gestaltet, oft erscheint das von den Fortsätzen der Zellen gebildete Gitter sehr regelmässig rechteckig.

Die Substanz der Zellen und die ihrer Ausläufer hat immer dasselbe oft glatte und gleichmässige, oft fein körnige Ansehen.

Die voranstehende, allgemeine Beschreibung des Zellennetzes, welches in dem Hornhautgewebe von den Hornhautkörperchen gebildet wird, entspricht einem bestimmten Zustande der Zellen und kehrt dann in den Hornhäuten der verschiedensten Thiere (Frosch, Triton, Hund, Katze, Ochs, Kaninchen, Meerschweinchen, Schwein, Schaf, Igel, Fledermaus, Ratte, Maus, Fuchs) und des Menschen in ganz ähnlicher Weise wieder.

In Bezug auf die Form und Anordnung der Zellen und ihrer Ausläufer stimmt diese Beschreibung der Hornhautkörperchen mit derjenigen überein, die, nachdem His[2]) die schönen Bilder, welche man von Holzessigpräparaten erhält, beschrieben hatte, die herrschende geworden ist. In Bezug auf die Beschaffenheit der, wie oben angegeben, gestalteten und angeordneten Zellen und Ausläufer haben wir uns den durch die neuere Zellenlehre geläuterten Ansichten gemäss geäussert. Während unmittelbar nach His' genannter Arbeit mit His von vielen Histologen das Zellennetz als hohl, die Zellen und ihre Ausläufer mit Membranen versehen, im Sinne des von Virchow den Geweben der Bindesubstanz zugeschriebenen, plasmatischen Netzes aufgefasst wurden, sehen wir ein protoplasmatisches (Kühne) Netz durch die ganze Hornhaut sich erstrecken.

Diese Anschauung ist aber nicht unbestritten. Das Zellennetz der strahligen Hornhautkörperchen wurde auch als Artefact erklärt.

In der That seien vielmehr die Hornhautzellen glashelle Platten von mehr elastischer Beschaffenheit, mit ovalem, länglichem oder unregelmässig einge-

---

1) l. c. p. 180.
2) Würzb. Verhandl. Bd. IV, p. 90 u. l. c.

buchtetem, einfachem, selten doppeltem Kerne. Diese Zellplatten seien Endothelzellen ähnlich und so wie (durch RANVIER[1]) der Nachweis platter, kernhaltiger Zellen in den Sehnen geliefert sei, so breche sich die Anschauung, dass an einander gereihte platte Zellen im Bindegewebe eine mehr weniger ausschliessliche (?) Rolle spielen, immer mehr Bahn (SCHWEIGGER-SEIDEL[2]).

Unsere Untersuchung der Hornhautkörperchen wird uns dazu führen, dass sie als solche elastische Zellplatten gegenüber den älteren Darstellungen der zu einem Netz zusammentretenden strahligen Hornhautkörperchen nicht hingestellt werden können. Wir wollen nun die Untersuchung dieser Zellen im lebenden Gewebe (von RECKLINGHAUSEN[3], KÜHNE[4], ENGELMANN[5]) vornehmen.

Wird eine rasch mit einem schmalen Saum daran befindlicher Sclera ausgeschnittene, lebende Hornhaut mit humor aqueus unter das Mikroskop gebracht, so nimmt man zunächst auch unter dem Mikroskop ein so homogenes Ansehen wahr, wie es der völlig durchsichtigen glashellen frischen Hornhaut entspricht (ENGELMANN[6], STRICKER[7]), nur wo Knickungen oder Faltungen entstanden sind, tritt bald das Bild Fig. 379 hervor (ENGELMANN).

Nach einiger Zeit bemerkt man dann zunächst die Wanderzellen und bald auch anfangs als matte Sterne (v. RECKLINGHAUSEN[8], ENGELMANN[9]), oder als Spindeln (KÜHNE[10]) die Hornhautkörperchen, in denselben sieht man weder Körner noch Kerne.

Früher oder später werden aber kleine Körnchen und die meist verlängerten Kerne sichtbar und dadurch die Hornhautkörperchen noch deutlicher. Die nahe Uebereinstimmung der Brechungscoefficienten aller Theile der frischen Hornhaut geht also beim Liegen der ausgeschnittenen Hornhaut allmählich verloren. Anfangs gelingt es nur mühsam und stückweise, später immer besser die Hornhautkörperchen zu verfolgen. Ja für die Demonstration der Hornhautkörperchen ganz besonders geeignet ist die Cornea vom Frosch, welche einem durch längere Zeit im feuchten Raume bewahrt gewesenen Auge entnommen wurde (KÜHNE[11]).

Conservirt man die ausgeschnittene Froschcornea durch 24 Stunden in

---

1) Archives de physiologie normale et pathologique.

2) Ueber die Grundsubstanz und die Zellen der Hornhaut des Auges. Sitzungsberichte der k. sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Math.-phys. Classe. 1869, p. 320—323, p. 328.

3) l. c. p. 171, Taf. II, Fig. 2.

4) Untersuch. über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864, p. 123—131.

5) l. c. p. 3, 4 u. d. f.

6) l. c. p. 4.

7) l. c. p. 1.

8) l. c. p. 171.

9) l. c. p. 5.

10) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig, 1864, p. 124 und 125.

11) p. 130 und 131.

einer Nickhauttasche des Frosches (Stricker[1]), dann erhält man von den Körperchen das Bild, welches in Fig. 379 dargestellt erscheint.

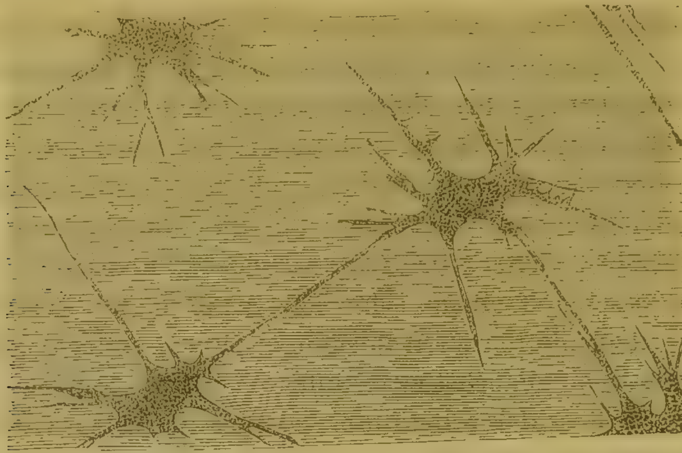


Fig. 379. Hornhautkörperchen aus einer frisch exstirpirten und dann durch 24 Stunden in einer Nickhauttasche bewahrten Froschcornea. Es sind nur die in eine Ebene fallenden Hornhautkörperchen und Körperchenfortsätze gezeichnet.

In diesen Fällen ist schon durch Verschieben des Tubus das die ganze Hornhaut durchdringende Netz, welches die Körperchen bilden, in toto gut zu verfolgen.

Ein sehr ausgezeichnetes Mittel, das Zellennetz in der Hornhaut darzustellen, ist das Goldchlorid (Cohnheim[2]). Frische Hornhaut vom Frosch in 0,5 % Lösung eingelegt, bis sie durch und durch gelb geworden ist, dann in mit etwas Essigsäure angesäuertem Wasser der Wirkung des Lichtes ausgesetzt, nimmt bald eine röthliche oder bläuliche Farbe an, und nach einigen Tagen mit abgepinseltem vorderem Epithel unter Glycerin mikroskopisch beobachtet, ergiebt sich in Bezug auf Vollkommenheit und Prägnanz des durch reducirtes Gold roth oder blau gefärbten Zellennetzes eines der schönsten Bilder (Fig. 380 *a*).

Von solchen Hornhäuten lassen sich auch dünne Schnitte senkrecht auf die Oberfläche anfertigen, das Bild, welches man von solchen Schnitten erhält, ist sehr beachtenswerth, wegen der Kenntniss des Verlaufes der Fortsätze der Körperchen. Man sieht dieselben in allen Richtungen die Hornhautsubstanz durchsetzen, sie erscheinen der Länge nach getroffen noch im Zusammenhang mit dem kerntragenden Centrum der Zelle, oder man sieht längs, schräg oder quer getroffene Stücke jener Zellausläufer (Fig. 380 *b*).

Es ist auch sehr belehrend, sowohl Flächen- als Dickenschnitte vergoldeter Hornhäute zu zerzupfen und das Verhalten der Zellen und ihrer Ausläufer dabei wahrzunehmen, das ist namentlich in Bezug auf das später zu behandelnde Verhalten von Zellen- und Grundsubstanz zu einander nothwendig.

1) l. c. p. 36.
2) Virchow's Archiv. Bd. 38. p. 346—349.

Gelungene Goldpräparate der Hornhäute der verschiedensten Thiere ergeben ein dem Zellennetz der Froschcornea wesentlich entsprechendes Bild, was insoferne wichtig ist, als wir eben an der Hornhaut des Frosches die beste Gelegenheit haben, uns zu überzeugen, dass durch das Gold die Körperchen in einer ganz ähnlichen Weise nur farbig sichtbar werden, wie

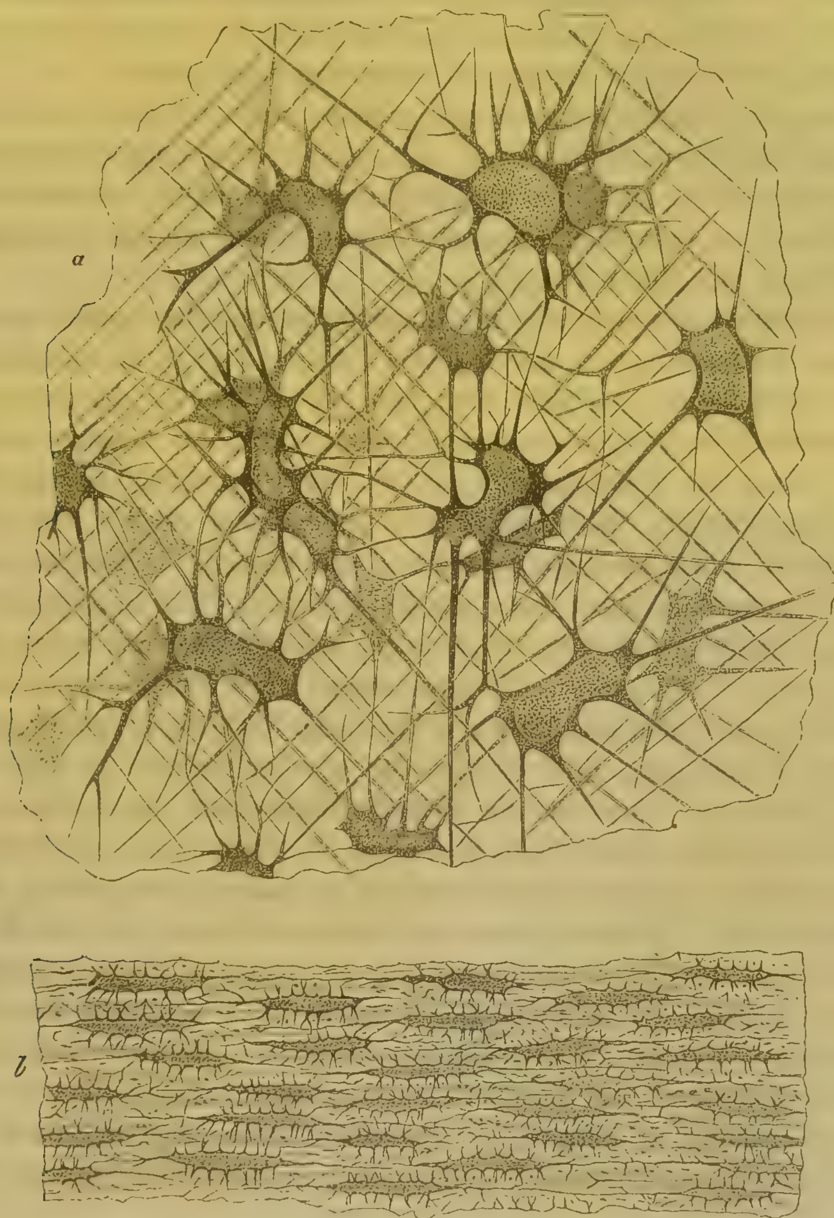


Fig. 380. *a* Hornhautkörperchen aus einer mit Goldchlorid behandelten und von der Fläche gesehenen Froschcornea. *b* Die Hornhautkörperchen auf einem zur Oberfläche senkrechten Schnitte einer mit Goldchlorid behandelten Froschcornea.

nach verschiedenen anderen Methoden. Sowie an den Körperchen der früher erwähnten Präparate, so ist auch an denen der Goldpräparate ein durchaus übereinstimmendes Ansehen der um die Kerne gesammelten Zellsubstanz und der Substanz der Ausläufer wahrzunehmen.

Wir besitzen noch andere Methoden der Imprägnation der Hornhaut mit Metallsalzen, so die Behandlung mit Argentum nitricum (Coccius[1]), His[2]), v. Recklinghausen[3])), ferner die Imprägnationen mit Eisen, Blei, Kupfersalzen und nachträgliche Behandlung mit SH und NH_4S, Blutlaugensalz u. s. w. (Leber[4])), auch diese führen uns zur Anschauung des vorerwähnten Protoplasmanetzes, die Methoden sind aber nur verständlich, wenn gleichzeitig das Medium, in welchem die Zellen sich befinden (die Grundsubstanz), mit betrachtet wird, und darum werden wir später auf sie eingehen.

Wie aus dem Vorausgehenden sich ergiebt, verdient das Goldchlorid als Reagenz auf die Hornhautkörperchen die vollste Anerkennung, nichtsdestoweniger muss ich hier noch eine andere Methode empfehlen, sie besteht darin, dass man in einer einfachen Kammer[5]) die in humor aqueus liegende Hornhaut Joddämpfe absorbiren lässt.

In der Jodkammer färbt sich die Hornhaut braun, das Epithel wird leicht abstreifbar. Entfernt man es und legt das Präparat, wenn nothwendig, wieder in die Jodkammer, so sieht man bald das Zellennetz der Hornhaut mit einer Deutlichkeit hervortreten, welche denen der Goldpräparate sehr wenig nachsteht. Auch die Wanderzellen werden durch ihre schön braune Färbung sehr deutlich sichtbar. Die Jodabsorption erfolgt sehr rasch, man kann die Wirkung unter dem Mikroskope verfolgen, die Methode ist absolut sicher für die Fixirung augenblicklicher Zustände der Hornhaut, und darum ist sie nicht genug zu empfehlen. Jeder, der mit Goldchlorid arbeitet, wird sehen, dass, so herrlich gelungene Präparate sich ausnehmen, doch darin etwas missliches liegt, dass oft bei dem sorgfältigsten Verfahren doch die Präparate ganz oder stellenweise misslingen, und das ist für gewisse Studien ein sehr unangenehmer Nachtheil. Nicht nur die einfache Darstellung des Zellennetzes gelingt mit Joddämpfen vortrefflich, und nicht nur können wir uns ferner durch Controlversuche an frischen Protoplasmamassen anderer Orte (reifes u. embryonales Bindegewebe), die noch lebend zu beobachten sind, über die Bedeutung der Jodreaction für die Zellendarstellung schrittweise Rechenschaft geben, sondern wir werden die Methode gleich später auch noch zur Entscheidung anderer Controversen über die Hornhaut heranziehen. Kehren wir nun zurück, um die das Zellennetz der Hornhaut zusammensetzenden Zellen im frischen Zustande noch näher zu betrachten. Es wurde hervorgehoben, dass sie ganz frisch in allen ihren Theilen so gleichmässig lichtbrechend mit der Grund-

---

1) M. C. A. Flinzer, De argenti nitrici usu et effectu etc. Lipsiae 1844. Diss. inaug.

2) l. c. p. 67. — Virchow's Archiv, Bd. 20, p. 207. — Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde. 2. Band, No. 1.

3) Virchow's Archiv, Bd. 19, p. 451, Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862, p. 4 u. d. f.

4) Zur Kenntniss der Imprägnationsmethoden der Hornhaut und ähnlicher Gewebe. Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV, p. 300—316.

5) In den Untersuchungen aus dem Institute für Physiologie und Histologie in Graz. Leipzig, 1870, p. 15 u. 18 von mir beschrieben.

substanz der Hornhaut sind, dass wir sie in diesem Zustande gar nicht sehen können.

Es ist aber wichtig, zu wissen, dass, wenn die Hornhaut einmal ihre völlige Homogenität einzubüssen anfängt, wie das bei den Beobachtungen unter humor aqueus in der feuchten Kammer allmählich geschieht, doch die Hornhautkörperchen nicht sofort auch ihre Lebenseigenschaften einbüssen.

Es gelingt vielmehr noch zu der Zeit, wo dieselben schon deutlich sichtbar sind, sich von ihrer Contractilität zu überzeugen. Spontane Formveränderung unter Umständen, unter welchen sie Kühne [1]) sah, und die nach seinen Angaben sehr träge erfolgen sollen, so dass man sich ihrer nur mittelst des Zeichenprismas versichern kann, habe ich zwar nicht gesehen.

Wohl aber muss ich bestätigen, dass eine Contraction der Hornhautkörperchen durch Inductionsschläge hervorgerufen werden kann; ich müsste damit Kühne's Lehre gegen Engelmann und Andere in Schutz nehmen, wenn ich nicht in der Beschreibung der Erscheinungen so wesentlich von Kühne abweichen müsste.

Anderweitige Erfahrungen [2]) bestimmten mich, vorzüglich einzelne kräftige Oeffnungsinductionsschläge zur Reizung anzuwenden.

Dieselben wurden erhalten von einem Schlittenelectromotor (primäre Spirale 160 W. mit eingelegtem Eisenkern, secundäre Spirale 6245 W.), der durch zwei grössere Chromsäure-Kohlenelemente, die mit den gleichnamigen Polen verkoppelt wurden, in Thätigkeit gesetzt wurde. Die secundäre Spirale war dabei der primären ganz aufgeschoben.

Eine Reihe von solchen Schlägen ergeben eine Verkleinerung des Körpers der Zelle in der Flächenansicht, theilweise Einziehung, hauptsächlich aber nur eine Verschmächtigung der Fortsätze der Zelle.

Diese Erscheinungen am Protoplasma der Zellen sind aber nicht das auffallendste Ergebniss der electrischen Reizung, die auffallendste Erscheinung ist vielmehr die, dass ganz plötzlich in der Hornhaut die Grenzen der v. Recklinghausen'schen Saftcanälchen (Hornhauthöhlen) sichtbar werden, so dass ich die electrische Reizung der Hornhaut als ein wahres Experimentum crucis für die Existenz jener vielbesprochenen Gebilde ansehen muss. Das Sichtbarwerden der Saftcanälchen hängt aber von der früher erwähnten Contraction des Protoplasmas der Hornhautzellen ab.

Wir werden die Erfolge der electrischen Reizung später bei Gelegenheit der Saftcanälchen erst genauer kennen lernen.

Hier ist noch der lebhaften Bewegungen zu gedenken, welche man an den Hornhautkörperchen entzündeter Hornhäute beobachten kann, wenn man frische Hornhäute mit Blutserum anhaltend bespült (Stricker und Norris [3])),

1) l. c. p. 125.

2) Golubew, Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. V, p. 55 u. 56 und dieses Handbuch, p. 41, 72 u. 73.

3) l. c. p. 4.

ferner des Einziehens der Fortsätze der Hornhautkörperchen nach Application einer 4 % Lösung von phosphorsaurem Natron (v. RECKLINGHAUSEN[1])), welche Erscheinung nicht leicht als Schrumpfung aufzufassen ist, weil stärker concentrirte Lösungen die strahlige Form erhalten.

Im Vorausgehenden finden sich genug positive Angaben über die Hornhautkörperchen, neben welchen die von SCHWEIGGER-SEIDEL vertretene Anschauung über diese Gebilde nicht bestehen kann.

Auf zwei Versuche SCHWEIGGER-SEIDEL's, die zur Isolirung seiner Platten führen sollen, nämlich die Injection der Hornhäute mit Jodserum, Zuckerwasser oder verdünntem Alkohol durch Einstich, ferner das Kochen der Hornhaut in salzsäurehaltigem Alkohol, werden wir später zurückkommen. Ebenso sollen die Hoyer'schen Linien in den Saftcanälchen, auf welche sich SCHWEIGGER-SEIDEL stützt, später besprochen werden.

Im Hinblick auf die vielen Mittel, welche wir besitzen, um das Protoplasmanetz der Hornhaut zur Anschauung zu bringen, ferner im Hinblick auf die typische Wiederkehr der Erscheinungsweise jenes Protoplasmanetzes in allen untersuchten Hornhäuten wird es demjenigen, welcher Analogieschlüsse dort als Hülfsmittel des Denkens verwendet, wo dieselben wirklich zulässig sind, ganz aussergewöhnlich kühn erscheinen, dass SCHWEIGGER-SEIDEL aller nächst liegenden Analogie zum Trotz den Versuch macht, die strahligen Hornhautkörperchen als vorgetäuschte Zellen zu erklären, bedingt durch die Ausscheidung einer eigenthümlich vertheilten, interfibrillären Kittsubstanz.

Das Verhalten der Hornhautkörperchen bei der Entzündung und die Herkunft der Wanderzellen. Für die Entscheidung der eben erst besprochenen Controverse von durchgreifender Bedeutung ist ferner das Verhalten der Hornhautkörperchen bei der Entzündung. Ehe wir früher die Wanderzellen verliessen, überblickten wir die verschiedenen Ansichten, welche sich im Laufe der Zeit über deren Abkunft geltend machten. Wir wurden dabei zuletzt auf die Arbeiten von STRICKER und NORRIS[2]) geführt.

Die Letzteren haben nachgewiesen, dass geätzte Hornhäute in verschiedenen Zeiten nach der Aetzung mit Goldchlorid behandelt, welches die Wanderzellen ebenso schön färbt wie die Hornhautkörperchen, Bilder ergeben, welche eine bedeutende Kernvermehrung in den Hornhautkörperchen darthun. Die Hornhautkörperchen wandeln sich in mehrkernige Klumpen um, und andere Bilder machen es durch das relative Verhältniss der Hornhautkörperchen und der Wanderzellen an demselben Orte in hohem Grade wahrscheinlich, dass die letzteren durch das Stadium der mehrkernigen Klumpen hindurch aus den ersteren sich entwickeln.

Geätzte Hornhäute, in der Jodkammer untersucht, ergeben die schönste Ansicht der von STRICKER und NORRIS beschriebenen Bilder. Ja man kann

1) VIRCHOW's Archiv. Bd. 28, p. 179.
2) l. c.

durch die Jodabsorption leichter und vollkommener alle Uebergangsstadien verfolgen. Dabei ist es sehr räthlich, ausser den Versuchen an mit Argentum nitricum geätzten Hornhäuten oder an solchen, welche durch Einziehung von Fäden sich entzündeten, auch Versuche so anzustellen, dass das Jod selbst noch als Entzündungsreiz wirkt.

Man bringe z. B. den frisch abgeschnittenen Froschschädel in toto, nachdem man vorher die Nickhäute ausgeschnitten auf passender Unterlage in eine grössere Jodkammer und lasse ihn dort bis zur völligen Bräunung der Hornhäute liegen, was einige Stunden währt. Dann untersuche man die ausgeschnittene Hornhaut mit humor aqueus nach Entfernung des vorderen Epithels. Man erhält ein sehr merkwürdiges Bild. Die Kerne der Hornhautkörperchen haben ihre gewöhnliche Form verloren, sie erscheinen in den merkwürdigsten langgestreckten, eingekerbten, verästigten Formen und sehr glatt und glänzend. Einzelne Kerne erscheinen tief eingeschnitten, andere schon wirklich in mehrere kleinere, rundliche Kerne zerfallen. Die erst erwähnten Bilder stimmen offenbar mit jenen Kernbildern überein, welche F. A. Hoffmann [1]) in entzündeten Hornhäuten erwähnt, und von denen er angiebt, dass sie ganz wie Wanderzellen aussehen, und dass er sie für contractil gewordene Theile des Protoplasmas der Sternzellen halte.

Bringt man einen aufgebundenen lebenden Frosch, dem die Nickhäute ausgeschnitten wurden, mit dem Kopf in ein Gefäss, welches befeuchtete Jodstücke enthält, und setzt die Hornhäute so der Einwirkung von Joddämpfen aus, dann dauert es gewöhnlich lange, bis eine intensivere Jodfärbung im Auge auftritt, es lassen sich aber die ausgeschnittenen Hornhäute in der Jodkammer noch nachfärben. An Hornhäuten so behandelter Frösche lassen sich die Uebergangsstadien zwischen Hornhautkörperchen und Wanderzellen sehr ausgezeichnet verfolgen.

An mit Argentum nitricum geätzten Hornhäuten, welche in der Jodkammer in grosser Zahl untersucht wurden, fanden sich, wie schon angeführt, im Allgemeinen die Bilder von Norris und Stricker bestätigt. Man sieht aber auch, dass in Hornhäuten, für welche alle zu beherrschenden Bedingungen völlig gleich erhalten wurden, sehr mannigfaltige Entzündungsbilder auftreten, wie das Stricker [2]) hervorhebt, und was sehr wichtig ist, man wird sich auf das Allerentschiedenste davon überzeugen, dass in einzelnen Fällen zu einer Zeit, wo die Hornhautkörperchen um die geätzte Stelle noch keine oder nur geringe Proliferationserscheinungen erkennen lassen, vom Rande her eine massenhafte Eiterinfiltration beginnen kann, welche dagegen in anderen Fällen vollständig fehlt. Im ersteren Falle sieht man dann Bilder, wie sie Cohnheim in Bezug auf das Verhältniss von Hornhautkörperchen und Eiterkörperchen vorgelegen haben mögen.

1) l. c. p. 212.
2) Studien, p. 34.

So unzweifelhaft es also ist, dass Eiterbildung von den Hornhautkörperchen ausgehen kann, und so sehr das für die protoplasmatische Natur der letzteren entscheidend ist, so sicher ist es auch, dass eine Eiterinfiltration der Hornhaut sich ausbilden kann, ohne dass sich auch schon die Hornhautkörperchen beim Zustandekommen derselben betheiligt hätten.

Es müssen für die Wanderzellen der Hornhaut zweierlei Quellen angenommen werden, und hat man nicht alle Stadien einer bestimmten Entzündung vom Anfange bis zu einem gegebenen Zeitmomente verfolgt, dann wird es im gegebenen Falle nicht leicht möglich sein, anzugeben, wie viel aus der einen, wie viel aus der anderen Quelle herrührt, wie viel auf Kosten von Theilung schon vorhandener Wanderzellen (Stricker[1]) selbst entstanden ist.

Für die in der normalen nicht entzündeten Hornhaut vorhandenen Wanderzellen ist eine Provenienz aus den Hornhautkörperchen nicht nachgewiesen. Die Zellen, welche die unmittelbar zwischen vorderem Epithel und Hornhautgewebe gelegenen Eruptionsknötchen bei der Keratitis phlyctaenularis bilden, und welche den Nerven entlang an jenen Ort gelangen (Iwanoff[2]), scheinen nur aus dem Blute abstammende Einwanderer zu sein.

Die fibrilläre Substanz (fibrillärer Theil der Grundsubstanz) des Hornhautgewebes. Die fibrilläre Substanz des Hornhautgewebes stellt den an Masse alle anderen überwiegenden Bestandtheil desselben dar.

Zu einer Zeit, wo man die in der Hornhaut vorhandenen Zellen noch wenig beachtete, aber von dem Mikroskope für die Untersuchung der thierischen Gewebe schon einen sehr erfolgreichen Gebrauch machte, wurde die Substanz der Cornea propria als ein bloss aus Fasernbündeln zusammengesetztes Gewebe betrachtet. (Valentin[3]), Donné[4]), Henle[5]), Pappenheim[6]), Brücke[7]) u. And.)

In älterer Zeit wurde der Hornhaut vorzugsweise ein blättriger Bau zugeschrieben, so besteht sie nach Haller aus vielen Blättern.

Diese Laminae corneae der älteren Anatomen schienen nun, wie in neuer Bewährung wieder in den Vordergrund zu treten, als Todd und Bowman[8]) die Cornea propria als »lamellöse Hornhaut« bezeichneten und eine Reihenfolge von mehr als 60 Lamellen an der menschlichen Cornea unterschieden.

Todd und Bowman bezeichneten aber ihre Hornhautlamellen als »eine eigenthümliche Modification des weissen Fasergewebes« (fibrillären Bindegewebes) der Sclerotica, in welches die Lamellen continuirlich übergehen sollen. Die einzelnen Lamellen sollen ferner durch zahlreiche Brücken ähnlicher Natur so innig verbunden sein, dass es unmöglich ist, eine einzelne Lamelle auch nur über ein kleines Stückchen der Cornea zu verfolgen. Wenn man diese Beschreibung überdenkt,

---

1) l. c. p. 18.
2) Klinisches Monatsblatt für Augenheilkunde VII. Jahrgang p. 462.
3) Repertorium der Physiologie, 1836. p. 311.
4) A. Institut. 1837. Nr. 220.
5) Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. p. 320.
6) Specielle Gewebelehre des Auges. Breslau 1842. p. 55.
7) l. c. p. 9.
8) The physiological Anatomy and Physiology of man. London 1845 u. 1847. p. 17.

dann drängt sich zunächst die Frage auf, ob bei einem Sachverhalt, wie der von BOWMAN geschilderte, die Bezeichnung »lamellöse Hornhaut« nicht eine schlechtgewählte sei. In ähnlicher Weise beschreibt BOWMAN [1]) später das Fasergewebe. Obgleich man nun für den mikroskopischen Nachweis einer lamellösen Struktur der Hornhaut BOWMAN citirt findet und von den Bowman'schen Lamellen spricht, so ist doch ein lamellöser Bau der Hornhaut, für welchen man diese Bezeichnung in klarer und consequenter Weise wählen müsste, erst im Jahre 1852 von HENLE [2]) entgegen seinen früheren Ansichten vertheidigt worden.

»Homogene Lamellen«, deren Zahl (etwa 300) aber die Schätzung von TODD und BOWMAN weit übersteigt, und die alle der Hornhautoberfläche parallel laufen, sollten darnach die Grundlage der Hornhaut bilden. Eine weitere Ausführung der damaligen Anschauungen HENLE's findet sich bei DORNBLÜTH [3]).

Eine andere Ansicht über den Bau des Hornhautgewebes suchte kurz vor HENLE's späterer Lehre Fuss zu fassen, als im Gefolge der VIRCHOW'schen Lehre über die Gewebe der Bindesubstanz die REICHERT'sche Annahme von der Structurlosigkeit des faserigen Bindegewebes in der Gegenübersetzung der Bindegewebskörperchen und der als reine Intercellularsubstanz betrachteten Grundsubstanz (fibrilläre Substanz) eine wichtige genetische Unterstützung zu erhalten schien. Auch die Grundsubstanz des Hornhautgewebes sollte nur eine durch die eingelagerten Zellen in Bänder und Streifen zerlegte structurlose Masse sein. (STRUBE.) [4]) Aber schon HIS [5]) vollzog durch seine mit fakultativer Spaltbarkeit begabten Hornhautlamellen wieder eine Annäherung an die ältere Lehre. Den beiden letzterwähnten Ansichten gegenüber hielt KÖLLIKER [6]) die Lehre von der Faserigkeit der Hornhaut aufrecht. CLASSEN [7]) und ROLLETT [8]) vertheidigten ebenfalls den faserigen Bau der Substantia propria corneae, und in neuerer Zeit thun ENGELMANN [9]) und SCHWEIGGER-SEIDEL [10]) dasselbe. Inzwischen hatten nun auch LANGHANNS [11]) unter HENLE's Leitung und HENLE [12]) selbst eine Zusammensetzung der früher als homogen betrachteten Lamellen aus feinsten Fasern constatirt. Es findet sich aber bei HENLE ausser der mit Recht accentuirten Angabe eines blätterigen Gefüges der fibrillären Substanz der Hornhaut noch immer die nicht zu rechtfertigende und erkünstelte Unterscheidung secundärer und primitiver Hornhautlamellen [13]) vor.

Es wird jetzt allgemein dem Hornhautgewebe ein faseriger Bau zugeschrieben.

Man wird in der That, wenn man ein aus der Mitte einer frischen Cornea herausgeschnittenes kleines Stückchen unter Wasser zerzupft, immer auf gestreifte Bänder oder Balken geführt und auf schmalere Faserzüge oder einzelne

---

1) Lectures etc. p. 10.
2) CANSTATT's Jahresbericht für 1852. Bd. I, p. 26 u. 27.
3) HENLE und PFEIFFER, Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. VII u. VIII, p. 212 u. 156.
4) l. c.
5) Beiträge etc. p. 12 u. d. f.
6) Mikroskopische Anatomie, II. Bd. 2. Hälfte, p. 608-610, u. p. 613-615.
7) Ueber die Histologie der Hornhaut. Rostock 1858, p. 25.
8) Sitzungsbericht der Wiener Academie. Bd. XXIII, 1859. p. 516.
9) l. c. p. 1 u. 5-6.
10) l. c. p. 307 u. d. f.
11) l. c. p. 9.
12) Eingeweidelehre. p. 595.
13) l. c. p. 592 u. 593.

Fasern, welche sich als Theilproducte der ersteren zu erkennen geben. Dass man die durch solche mechanische Präparation erhaltenen Bündel und Fasern als präformirt ansah, hat eben zur Lehre vom faserigen Bau der Hornhaut geführt. So wie die Bündel und Fasern des fibrillären Bindegewebes, so lassen sich auch die des Hornhautgewebes nicht bloss auf mechanischem Wege, sondern auch mittelst gewisser chemischer Reagentien isoliren, und ist hier wie dort auf diese Weise den Einwendungen, welche man gegen die Präformation der Fibrillen erhoben hat, auf das wirksamste begegnet worden.

Am besten gelingt die fibrilläre Zerlegung des Hornhautgewebes durch eine Lösung von übermangansaurem Kali oder einem Gemenge dieses mit Alaun (Rollett [1]), Mittel, welche auch das fibrilläre Bindegewebe sehr schön auffasern. Damit behandelte Hornhautstücke bräunen sich und zerfallen dann beim Schütteln mit Wasser in längsgestreifte bandartige Bündel (Fig. 381), und diese entsprechend der Längsstreifung in kleinere Abtheilungen und einzelne Fibrillen.

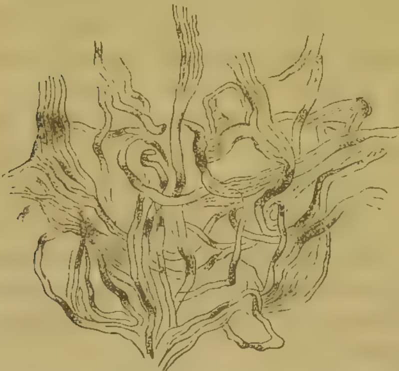


Fig. 381. Aus einander gewaschenes Stückchen Hornhautgewebe aus einer mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhaut vom Ochsen schwach vergrössert.

Die zergliedernde Wirkung des übermangansauren Kali beruht darauf, dass die Substanz der Hornhautfibrillen der Zersetzung länger widersteht, als die übrigen Substanzen der Hornhaut: der interfibrilläre Theil der Grundsubstanz und die Zellen.

Mit übermangansaurem Kali behandelte Stücke von Hornhautgewebe geben keine sogen. Xanthoproteinsäure-Reaction (Rollett) [2], während das bei Stücken frischen Hornhautgewebes der Fall ist; diese färben sich durch und durch gelb beim Kochen mit Salpetersäure und Zusatz von Ammoniak.

Auch Maceration von Schnitten frischer Hornhaut in 10 %iger Kochsalzlösung macht die Fibrillen leicht isolirbar (Schweigger-Seidel) [3], dabei geht in die Kochsalzlösung Myosin über, welches daraus durch Eintragen gepulverten Kochsalzes oder durch Wasserzusatz gewonnen werden kann.

Zuerst hat Bruns [4]) das Myosin aus der Hornhaut extrahirt und es aus den Hornhautkörperchen abgeleitet. Er glaubte damit der von Kühne nachgewiesenen Contractilität der Hornhautkörperchen eine chemische Unterstützung verschafft zu haben. Schweigger-Seidel [5]) widerspricht allerdings unter dem Eindrucke der

1) l. c. p. 519.
2) l. c. p. 523 u. 524.
3) l. c. p. 308 u. 352.
4) Medicinisch chemische Untersuchungen. Herausg. von F. Hoppe-Seyler. 2tes Heft. Berlin 1867. p. 260.
5) l. c. p. 352.

von ihm vertheidigten Lehre von den Hornhautzellen der Annahme, dass das Myosin aus den Zellen herstamme. Kühne[1]) giebt an, dass wässerige Extracte der Hornhaut sehr viel Paraglobulin enthalten, welches wahrscheinlich auch aus den Körperchen herrrühre. A. Schmidt[2]) erzeugte durch Zusatz frischer Hornhautstückchen Gerinnung in Transsudaten. Funke[3]) will im wässerigen Extract der Hornhaut Natronalbuminat, Albumin und Casein nachgewiesen haben. Alkalialbuminat erhielt auch Bruns[4]) aus wässerigem Hornhautextract und leitet diesen Eiweisskörper aus der die Grundsubstanz durchtränkenden Flüssigkeit her. Wie aus dem Angeführten ersichtlich ist, gehört eine Kenntniss der Vertheilung der Eiweisskörper in der Hornhaut noch zu den frommen Wünschen. Auch ist nicht bewiesen, dass mit den in den genannten Extracten enthaltenen Eiweisskörpern alles aus der Hornhaut entfernt ist, was zerstört wird, wenn übermangansaures Kali die sog. Xanthoproteinsäurereaction in der Hornhaut zum Verschwinden bringt.

Die Fibrillen des Hornhautgewebes sind sehr fein (höchstens 0,0001 Mm. dick, Engelmann[5])) und zu breiten, aber dünnen bandartigen Bündeln geordnet, welche in den meisten Theilen der Hornhaut mit der Bandfläche den Hornhautoberflächen parallel oder wenig von dieser Richtung abweichend verlaufen. In diesen Theilen der Hornhaut liegen derlei Bänder in dünnen Schichten über einander. Die Richtung der Fibrillen in den über einander liegenden Bändern ist eine wechselnde, sie kreuzen sich unter verschiedenen Winkeln oft völlig rechtwinklig, Fig. 382, die über einander liegenden Bänder hängen durch Fibrillen, welche von einem Band in das andere übergehen, an zahlreichen Stellen sehr innig mit einander zusammen.

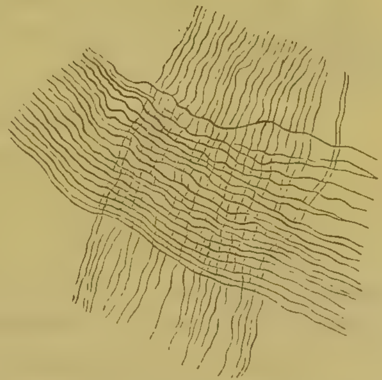


Fig. 382. Zwei Hornhautbündel mit gekreuzter Faserrichtung aus einer mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhaut vom Ochsen.

In der Nähe der äusseren Oberfläche des Hornhautgewebes bei einzelnen Thieren früher beginnend als beim Menschen nehmen aber die Faserbündeln der Hornhaut eine geneigte Lage gegen die Oberfläche an, sie schieben sich dabei sehr innig durch einander und werden auf einem Schnitte der Hornhaut senkrecht zur Oberfläche derselben in den verschiedensten Richtungen getroffen. (Fig. 383.)

Man hat die auf solchen Schnitten der Länge nach getroffenen Bündel, welche im geschwungenen Verlaufe aus tieferen Schichten der Hornhaut gegen die Oberfläche aufsteigen, mit Unrecht als etwas von der fibrillären Substanz der Hornhaut Verschiednes betrachten wollen. Die sogenannten Stützfasern oder Fibrae arcuatae sind nichts Anderes, als Fibrillenbündel

1) Lehrbuch der physiologischen Chemie. p. 386.
2) Archiv von Reichert und du Bois. 1861. p. 675.
3) Lehrbuch der Physiologie. 2te Aufl. 1858, Bd. II. p. 160.
4) l. c. 5) l. c. p. 1.

von dem erwähnten abweichenden Verlaufe. Sie sind sehr schön zu sehen auf Durchschnitten von Hornhäuten, welche man in 92 Vol. % Alkohol, der mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt wurde, gehärtet hat.



Fig. 383. Schnitt aus einer in verdünntem Alkohol gehärteten Hornhaut vom Ochsen in Wasser liegend. *a* innerste Schichte des vorderen Epithels, *b* äussere Lage des Hornhautgewebes mit den Fibrae arcuatae (Stützfasern).

Solche Schnitte auf Korkunterlagen mit möglichst scharfem Messer in einem Zuge angefertigt und unter Wasser beobachtet, zeigen zugleich, dass die Substanz zwischen den Fibrae arcuatae eine feine punktförmige Zeichnung darbietet.

Diese Zeichnung entspricht quergetroffenen Faserzügen. In gleicher Weise sieht man an den auf die genannte Weise bereiteten Hornhautschnitten auch die parallel der Oberfläche der Hornhaut geordneten Bänder der tieferen Schichten des Hornhautgewebes theils der Länge nach, theils quergetroffen und im letzteren Falle anstatt der den Fibrillen entsprechenden Streifung ebenfalls eine feine Punktirung. Diese quergetroffenen Bänder erscheinen aber begrenzt. Sie stellen lange dünne Streifen zwischen den darüber und darunter liegenden dünnen längsgestreiften Lagen vor, die sich über den spitzen Enden des dem Querschnitte entsprechenden Streifens zusammenneigen. Ueber das Bild der quergetroffenen Bänder der Hornhaut vergleiche man auch Henle [1]) und Schweigger-Seidel [2]).

Zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen erscheinen die quergetroffenen Bänder in allen Azimuthen dunkel, während die längs und schräggetroffenen Bänder abwechselnd hell und dunkel erscheinen (His [3])). Die optische Axe fällt also mit der Faserrichtung zusammen; vergleiche Boeck [4]) und Müller [5]). Die Hornhaut im Ganzen, möglichst faltenlos und in natürlicher Wölbung zwischen gekreuzten Nicol'schen Prismen untersucht, ergiebt ein dunkles Kreuz,

---

1) Eingeweidelehre. p. 595. Fig. 454.
2) l. c. p. 309 u. Fig. 1 u. 3.
3) l. c. p. 28 u. f.
4) Taf. II, Fig. 1.
5) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3te Reihe. X. Band, p. 173.

(Brewster[1]), Valentin[2]), welches beim Drehen der Hornhaut um eine im Scheitel der Hornhaut auf ihren Oberflächen senkrecht stehende Axe (Augenaxe) seine Lage nicht ändert.

Es weist das auf ein Ueberwiegen der in meridionaler Richtung verlaufenden Faserzüge oder Faserzugstrecken über alle anderen Faserrichtungen in der Hornhaut hin. Die Erklärung des Kreuzes unter der letzteren Voraussetzung ist die folgende. In jedem der doppeltbrechenden Meridiane geht die eine Polarisationsebene durch die Axe (Augenaxe) der Hornhaut, die andere Polarisationsebene aber liegt in der Richtung senkrecht zur ersteren. Zwischen gekreuzten Nicols werden alle jene Meridiane dunkel erscheinen müssen, deren Polarisationsebenen mit denen des Analysirers und Polarisirers zusammenfallen, die dazwischen liegenden Meridiane aber werden desto heller werden, je mehr sie sich von den dunklen Meridianen entfernen[3]).

Wir müssen nun noch die unmittelbar unter dem äusseren Epithelium gelegene Schichte des Hornhautgewebes etwas näher betrachten. Sie nimmt sich auf dem Durchschnitt der menschlichen Hornhaut so aus, wie es in Fig. 377 zwischen *bb'* dargestellt ist.

Es wurde schon früher auf die Aehnlichkeit des Ansehens dieser Lage mit dem der Descemetischen Haut hingewiesen. Man hat sie auch als Analogon der Descemetischen Haut betrachtet, und als solches wird sie von Bowman[4]) als Lamina elastica anterior, von Henle[5]) als äussere Basalmembran beschrieben.

Die Existenz dieser Schichte kann nicht geläugnet werden, und es beruht auf einem Missverständnisse, wenn Langhanns[6]) auch mich unter jenen anführt, welche sie geläugnet hätten.

Ich habe aber geläugnet[7]) und läugne auch jetzt noch, dass jene Schichte das Verhalten der Descemetischen Membran darbietet. Sie verdient darum auch die oben citirten Namen nicht. Man könnte sie mit J. Arnold[8]) die subepitheliale Schichte des Hornhautgewebes oder aber vordere Grenzschichte (Reichert) des Hornhautgewebes nennen.

Diese Schichte zerfällt an mit übermangansaurem Kali behandelten Hornhäuten des Menschen und verschiedener Thiere in dieselben Fibrillen, wie die ganze übrige Substanz des Hornhautgewebes, während gleichzeitig die Descemetische Membran unter demselben Einfluss ihre später zu erwähnende elastische Einrollbarkeit, ihren splitterigen Bruch und ihr strukturloses Ansehen beibehält. Die vordere Grenzschichte[9]) des Hornhautgewebes ist nur

1) Philos. Transactions 1816. p. 315.

2) Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirtem Lichte. Leipzig 1861. p. 270.

3) Vergleiche v. Lang, Ueber das Kreuz, das gewisse organische Körper im polarisirtem Lichte zeigen etc. Poggendorff's Annalen, Bd. CXXIII.

4) l. c. 5) l. c. p. 605. 6) l. c. p. 19. 7) l. c. p. 524 u. 525.

8) Die Bindehaut der Hornhaut und der Greisenbogen. Heidelberg 1860.

9) Sie stellt in dieser Beziehung das Analogon dessen dar, was bei der äusseren Haut als corpus papillare, von Henle als intermediäre Haut, von Krause als oberflächliche

besonders dicht aus vielfach in einander greifenden Fibrillen, die sich hier direct unter verschiedenen Winkeln durchflechten, zusammengefügt.

Die vordere Grenzschichte des Hornhautgewebes ist nicht überall gleich breit. Man findet sie sehr entwickelt beim Menschen, wenig entwickelt ist sie beim Schaf, beim Rind und beim Schwein, besser wieder beim Hund und bei der Katze.

Nach der im Früheren gegebenen Darstellung des Baues der Grundsubstanz der Hornhaut ergiebt sich, dass von Hornhautlamellen eigentlich nicht die Rede sein kann. Man müsste denn die glatten Bündel selbst als Lamellen bezeichnen, was wohl geschehen, aber nicht entsprechend ist.

Der Anschein eines lamellösen Baues und die namentlich an in verdünntem Alkohol oder in Müller'scher Flüssigkeit gehärteten Hornhäuten leicht erweisliche Spaltbarkeit der Hornhaut in der Richtung der Hornhautoberfläche rührt her von der flächenhaften Anordnung und Uebereinanderschichtung der glatten Faserbündel der Hornhaut, diese hängen aber vielfach in der Richtung senkrecht zur Oberfläche durch übertretende Fibrillen zusammen; über die die erwähnte Spaltbarkeit unterstützenden unzusammenhängenden Stellen der über einander liegenden Bündel soll im Nachfolgenden noch gesprochen werden.

Die Fibrillen der Hornhaut und die daraus gebildeten Bündel quellen in Wasser an, dabei verdicken sie sich. In Säuren (Essigsäure, Holzessig, sehr verdünnter Salzsäure) quellen sie ebenfalls, namentlich der Dicke nach, die Fibrillen und Bündel drängen sich dabei innig an einander, ihre Streifung geht verloren, und dadurch werden die Zellen, welche ein körniges Ansehen gewinnen, in ähnlicher Weise wie das mit den Zellen von mit Säuren behandeltem Bindegewebe der Fall ist, in ihrem Zusammenhange deutlich sichtbar.

In verdünnten Alkalien quellen die Hornhautfibrillen ebenfalls an.

Beim Kochen mit Wasser schrumpft die Hornhaut in radiärer Richtung bedeutend zusammen, sie verdickt sich aber dafür sehr beträchtlich. Es verhalten sich also hier die Fibrillenbündel ganz so wie beim Bindegewebe, und hier wie dort werden, wenn man kurz abgekochte Hornhäute trocknet und Schnitte daraus anfertigt, in den wieder aufgeweichten Schnitten die Zellen deutlich sichtbar, man hat sich in früherer Zeit dieser Methode zum Nachweis der Hornhautkörperchen vielfach bedient.

Sowohl beim Anquellen in Säuren als auch beim Kochen werden durch die Masse der in der Richtung der Hornhautoberfläche verlaufenden Bündel, welche senkrecht auf die erwähnte Richtung sich bedeutend verdicken, diejenigen Bündel, welche im geneigten Verlaufe zur Oberfläche aufsteigen, in

---

Schichte des Corium, von Bowman als basement membrane oder tunica propria cutis, von Kölliker und Gerlach als oberste Schichte des Corium, von Virchow als oberflächliche Schichte des Nagelbettcorium, von Leydig als homogene Grenzschichte der Lederhaut behandelt wird, worüber man meine Darstellung, Untersuchungen über die Struktur des Bindegewebes, Sitzungsbericht der Wiener Akademie, Bd. XXX, p. 50, vergleichen möge.

der Richtung ihrer Längenaxe gezerrt und gespannt, und auf diese Weise mechanisch gehindert [1]), sich ebenso wie die anderen Faserbündel der Hornhaut zu verdicken und zu verändern, davon rührt aber das eigenthümliche Ansehen her, welches die sogenannten Fibrae arcuatae auf gekochten oder in Säuren gequollenen Hornhäuten besitzen, nicht aber von einer inneren Verschiedenheit zwischen den Fibrae arcuatae und den übrigen Bündeln des Hornhautgewebes.

Kocht man andauernd unter Ersatz des verdampfenden Wassers, oder erhitzt man die Hornhaut, mit wenig destillirtem Wasser in eine Glasröhre eingeschmolzen, im Oelbade längere Zeit auf 100° Cels., so löst sich ein beträchtlicher Antheil von der Substanz des Hornhautgewebes auf.

Dabei bleibt die Descemetische Membran durch lange Zeit völlig unverändert, während schon nach 4—5stündigem Kochen die fibrilläre Substanz sich vollkommen aufgelöst haben kann, ohne dass eine Elastica anterior zurück bliebe. [2])

Die von den ungelösten Rückständen abfiltrirte Lösung gelatinirt wie die Lösung von Leim.

Die Reactionen der Lösung unterscheiden sich aber von denen einer gewöhnlichen Leimlösung.

Joh. Müller [3]) erklärte die in der Lösung enthaltene Substanz für identisch mit dem Chondrin aus Hyalinknorpeln.

Dieser Angabe wurde aber später widersprochen.

Wäre der Cornealeim identisch mit dem Chondrin der Hyalinknorpel, dann müsste man das Chondrin in der That aus zwei verschiedenen Muttersubstanzen herleiten, denn die fibrilläre Substanz der Hornhaut verhält sich gegen Wasser, Säuren und Alkalien wesentlich anders als die Grundsubstanz des Hyalinknorpels.

Sie stimmt in letzterer Beziehung weit mehr mit den Fibrillen des Bindegewebes überein, dass sie indess auch von diesen sich wesentlich unterscheidet, soll später (p. 1141) gezeigt werden.

Nach Kühne [4]) unterscheidet sich der Cornealeim von dem Chondrin nur durch die Nichtfällbarkeit mit Bleiessig und durch die stärkere Trübung mit Gerbsäure. His [5]) wollte gefunden haben, dass der Cornealeim zum Unterschiede vom Chondrin im Ueberschuss der Fällungsmittel sich leicht wieder löst. Bruns [6]) erhielt aber andere Resultate. Er konnte ferner zwar aus Cornealeim durch Erhitzen mit Salzsäure keinen Knorpelzucker (Chondroglycose) abspalten, dagegen fand er die specifische Linksdrehung nahe übereinstimmend mit der des Chondrin. Schweigger-Seidel [7]) erhielt endlich von Cornealeim vorher mit 10 % Kochsalzlösung extrahirter Hornhäute, dessen Lösungen aber nicht mehr gelatinirten, ein Mal keine Chondrinreactionen, das andere Mal, bei kürzerer Dauer der Kochsalzwirkung, erhielt er

1) Vergl. A. Rollett, Berichte der Wiener Akademie. Bd. XXX, p. 60—66.
2) Vergleiche Schweigger-Seidel, l. c. p. 355.
3) Poggendorff's Annalen. Bd. XXXVIII, p. 513.
4) Physiologische Chemie, p. 386.
5) l. c.
6) l. c. p. 263.
7) p. 355 u. 356.

solche. Wir sind also auch über die chemische Natur der fibrillären Substanz der Hornhaut und ihre Derivate noch nicht im Reinen.

Ueber das Verhältniss der Zellen des Hornhautgewebes zur Grundsubstanz desselben; interfibrillärer Theil der Grundsubstanz und die Lücken in der letzteren. Natürliche Hohlräume in der Grundsubstanz der Hornhaut kommen nur vor in Form der von v. Recklinghausen [1]) nachgewiesenen Saftcanälchen (Hornhauthöhlen), und diese letzteren beherbergen die Zellen der Hornhaut.

An mit salpetersaurer Silberlösung behandelten Hornhäuten sind die Saftcanälchen zuerst genauer untersucht worden.

Das in die Augen fallende Resultat der Silberbehandlung — wenn man also absieht von der chemischen Natur des dabei vor sich gehenden Processes — scheint mir an der Hornhaut [2]) an gelungenen Silberpräparaten sehr eindeutig. Misslungene Silberpräparate können aber, wie ich glaube, hier keinen höheren Werth für sich in Anspruch nehmen, als misslungene Präparate für jede andere Art histologischer Untersuchung.

Gehen wir aus von den negativen (Leber [3])) Silberbildern. Man erhält sie sehr schön, wenn man ganz frische Hornhäute der verschiedensten Thiere auf kurze Zeit — die Zeitdauer wird am besten für verschiedene Objecte besonders ausprobirt — in verdünnte Lösungen von salpetersaurem Silber (1 Grm. $NAg\Theta_3$ auf 200—800 Cub. Cent. $H_2\Theta$) eintaucht und sie dann in Wasser der Wirkung des Lichtes aussetzt, und zwar trägt die rasche Wirkung des directen Sonnenlichtes wesentlich mit bei, gelungene und überzeugende Präparate zu erhalten.

Es muss ferner ein längeres Auswässern vor der Untersuchung vermieden werden. Durch länger währendes Auswässern werden in den Silberpräparaten eine Unzahl von verschiedenen und schwer zu erklärenden Bildern gewonnen.

Untersucht man die Hornhaut alsbald nach der rasch herbeigeführten Bräunung, dann sieht man in der gebräunten Grundsubstanz weisse Felder, von welchen weisse Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen hin sich erstrecken (His [4]), v. Recklinghausen [5])), die Fortsätze anastomosiren mit einander, und es kommt im Grossen und Ganzen ein Bild zu Stande, welches an das Protoplasmanetz der Hornhautkörperchen erinnert, nur sind die Grenzen der das Netz zusammensetzenden Knoten und Ausläufer mehr buchtig, nicht so gerade verlaufend wie z. B. das nach der Goldbehandlung auftretende Netz. Vergleiche Fig. 384 mit Fig. 380 *a*.

---

1) Die Lymphgefässe etc. p. 36—52.

2) Wir wollen damit aber nicht die Silberzeichnungen an anderen Objecten einer gleichen Beurtheilung anheim geben.

3) l. c.

4) Virchow's Archiv. Bd. XX, p. 207.

5) l. c.

Die Behauptung von His [1]), dass die Silberfiguren der Hornhaut mit der Gestalt der Zellen zusammenfallen, ist unter Umständen ganz richtig. Es ist das aber nicht immer der Fall (v. Recklinghausen [2])) und zwar darum, weil das Protoplasma der Zellen sich von den Wandungen der Hohlräume ganz oder theilweise zurückziehen kann. Die Angabe, dass im Allgemeinen die Silberfiguren sich nicht mit den sternförmigen Hornhautkörperchen decken, weil die letzteren an Präparaten in humor aqueus nur mit spärlichen Verzweigungen ihrer Ausläufer hervortreten, während die Silberfiguren ein ganz dicht geflochtenes Netzwerk darstellen (v. Recklinghausen [3])) können wir im Hinblick auf unsere Angaben über das durch Liegen der Hornhaut in der

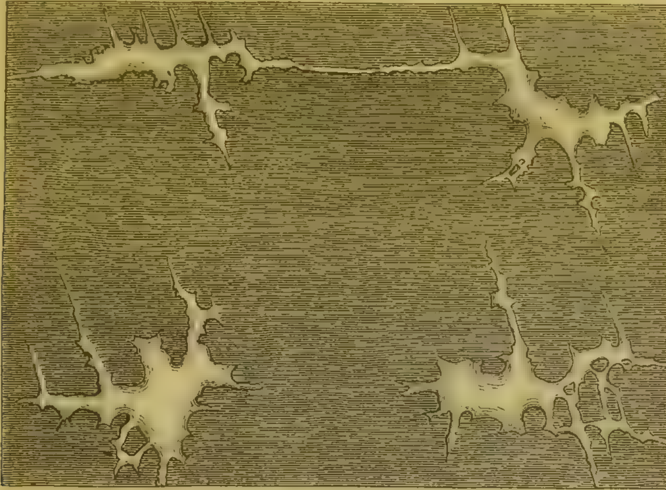


Fig. 384. Aus einer mit salpetersaurem Silber behandelten Froschcornea.

Nickhauttasche, oder im wasserdampfgesättigten Raume oder durch Goldchlorid und durch Joddämpfe hervorzurufende Protoplasmanetz nicht als richtig anerkennen. v. Recklinghausen [4]) hat durch Carmintinction in diesen Silberlücken rothe Schollen nachgewiesen, die in einen Theil des Netzwerkes Ausläufer entsendeten, während ein anderer Theil des Netzwerkes leer war oder nur kleine roth gefärbte etwas glänzende Körnchen enthielt. Diese Schollen und ihre Ausläufer und jene rothen Körnchen waren die Reste des Protoplasmanetzes der Hornhaut, welches an Silberpräparaten in sehr verschiedenen Graden der Veränderung sich erhalten kann.

Eine möglichst detaillirte Verfolgung der Silberwirkung von ihrem Beginne an ist für das Verständniss der Silberbilder an der Hornhaut von grösster Wichtigkeit. Es lässt sich eine solche Untersuchung am besten ausführen, wenn man (in 1 Grm. $NAg\Theta_3$ auf 200 Cub. Cent. $H_2\Theta$ enthaltender Lösung) versilberte Hornhäute noch mit Goldchlorid (0,5 Grm. auf 100 Cub. Cent. $H_2\Theta$) behandelt.

1) l. c. und Schweizerische Zeitschrift für Heilkunde, l. c.
2) l. c.
3) Dieses Handbuch, p. 226 u. 227.
4) Die Lymphgefässe, p. 38.

Die braune Färbung der Grundsubstanz verschwindet sofort beim Eintauchen in die letztere Lösung. Setzt man, nachdem die Hornhäute so lange wie bei directem Vergolden in der Lösung gelegen haben, dieselben in mit Essigsäure schwach angesäuertem Wasser der Wirkung des Lichtes aus, so färben sie sich sehr rasch blau. Diese Reduction wird, wie man sich unter dem Mikroskope leicht überzeugt, von der Grundsubstanz bewirkt. In der blauen Grundsubstanz erscheinen dieselben Sterne und ihre Anastomosen wie in den Silberbildern. Wesentlich ist aber, dass durch die Imprägnation mit Goldchlorid Zellsubstanz und Kerne, wo dieselben noch erhalten sind, durch ein deutlich körniges Ansehen und eine leicht gelbe Farbe hervortreten. Man wird sich so überzeugen, dass, wenn das salpetersaure Silber erst kurze Zeit gewirkt hat, in den hellen Lücken der Grundsubstanz, diese Lücken und ihre Ausläufer ausfüllend, die Hornhautkörperchen aber in einem etwas gequollenem Zustande noch deutlich sichtbar sind. Hat die Wirkung des Silbers länger gedauert, oder wurden, was aber zu vermeiden ist, die Hornhäute zu lange ausgewässert, dann erscheinen die Zellen und ihre Ausläufer noch mehr gequollen und dadurch auch die Lücken in der Grundsubstanz entsprechend verändert. Hat das Silbersalz noch länger gewirkt, dann erscheinen die Lücken in der Grundsubstanz auch an den nachträglich vergoldeten Hornhäuten leer, die Zellen sind zerstört. Wir werden später noch einmal auf solche Präparate zurückkommen. Auch die Haematoxylintinction versilberter Hornhäute ist für den genannten Zweck zu empfehlen, aber der combinirten Silber- und Goldbehandlung nicht vorzuziehen.

Ich habe früher (p. 1103) angeführt, dass bei der electrischen Reizung der Hornhaut als auffallendste Erscheinung das Sichtbarwerden der Grenzen von Höhlungen in der Grundsubstanz sich geltend macht[1]. Bei der Deutlichkeit, mit welcher ich das Phänomen wahrnehme und jederzeit ohne Fehl demonstriren kann, ist mir schwer erklärlich, dass man bisher dasselbe nicht beachtet hat.

Man brücke eine frisch ausgeschnittene Hornhaut unter humor aqueus desselben Auges über Platinelectroden und bedecke mit einem am Rande gefetteten Deckgläschen. Dann applicire man langsam einzelne Oeffnungsschläge, wie oben angeführt, und man wird sehr bald in der Hornhaut, die früher homogen oder aber nur wie von einem Schimmer einzelner strahliger Hornhautkörperchen gezeichnet erschien, ein Bild wahrnehmen, wie es der Fig. 385 entspricht.

Es treten geschlängelt oder gerade gestreckt, elliptisch, spindelförmig oder rund helle Figuren auf. Die runden und elliptischen nehmen sich wie scharf durchgeschlagene Löcher aus.

Diese hellen Figuren sind nichts anderes als im optischen Längs-, Schräg- oder Querschnitte erscheinende Stücke des die Hornhaut durchdringenden Systems communicirender Höhlungen, in deren erweiterten

1) A. Rollett, Ueber die Contractilität der Hornhautkörperchen und die Hornhauthöhlen. Centralbl. für die medic. Wissenschaften. 1871. No. 13.

Knotenpunkten die kerntragenden Mittelstücke der strahligen Hornhautkörperchen sich befinden. Das zeigt sich ganz deutlich, wenn man jetzt sucht, auf ein Hornhautkörperchen scharf einzustellen, man sieht dann, wie in Fig. 385 das feinkörnige Protoplasma des Körperchens von der weiteren Höhlung, in welcher es liegt, zurückgezogen, die Form der Höhlung im Allgemeinen nachahmend und lassen sich in einzelne der von der Höhlung ausgehenden Ausläufer auch verschmälerte Ausläufer des Protoplasmas des Körperchens hinein verfolgen. Alles in Allem hat man von dem Verhältniss des Protoplasmas zu den Höhlungen der Grundsubstanz in diesem Falle ein ganz ähnliches Bild, wie es in vielen Fällen an embryonalen Knochen zwischen Knochenhöhlen und den in denselben gelegenen Zellen vorkommt.

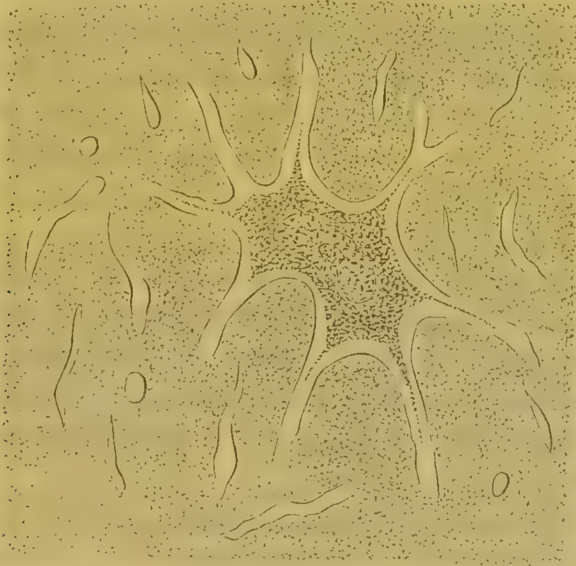


Fig. 385. Aus einer mit starken Inductionsschlägen gereizten Hornhaut vom Frosche (starke Vergrösserung).

Man sehe nur, dass man sich an einem gelungenen Versuch obiger Art, und mir gelingt der Versuch, wie gesagt, nahezu jedes Mal, von der Richtigkeit meiner Angaben überzeugt. Man besehe sich das erwähnte Bild mit einer starken Tauchlinse. Man behandle dann die gereizten Hornhäute rasch mit Joddämpfen oder vergolde sie und vergleiche die dabei erhaltenen Bilder mit denen ungereizter Hornhäute, und man wird über die in der Hornhaut vorkommenden Verhältnisse nicht mehr länger im Zweifel sein können. Die Hornhauthöhlen, welche so zum Vorschein kommen, können nicht aus der Anordnung der fibrillären Substanz der Hornhaut allein erklärt werden.

Entweder ist in dem Hornhautgewebe ein von einer besonderen Haut begrenztes Canalwerk zugegen und die Membran des letzteren, von deren Innenseite sich das Protoplasma zurückziehen kann, ist an und für sich formbeständig oder an ihrer Aussenseite mit der fibrillären Substanz fest verbunden oder aber die Hornhauthöhlen sind in eine zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln vorhandene Substanz eingegraben; sie stellen ein diese

Substanz durchdringendes Netz von Hohlräumen mit erweiterten Knotenpunkten dar, und dieses System von Höhlungen wird von dem Protoplasmanetz der Hornhautkörperchen unter Umständen völlig, unter Umständen nur unvollkommen ausgefüllt.

Die Membran, welche die erstere Anschauung fordert, eine besondere Zellhaut oder Encystirungsmembran des Zellennetzes der Hornhaut lässt sich an frischen Präparaten, weder an doppelten Contouren optischer Durchschnitte, noch an abgerissenen und ausgebreiteten Fetzen der zerrissenen Membran constatiren. Was die zweite Anschauung betrifft, so kann sie uns das Bild der frischen, gereizten Hornhaut völlig erklären.

Die Deutung der Silberbilder und anderer Imprägnationsbilder der Hornhaut — immer nur mit Rücksicht auf das morphologische Bild, welches man erhält — unterliegt in allgemeinen Zügen auch keinen Schwierigkeiten, wenn man dabei immer die drei Factoren: Protoplasmanetz, Hornhauthöhlen und die von den Fibrillen durchzogene Substanz, in welche die Höhlungen eingegraben erscheinen, berücksichtigt. Auf den Chemismus, namentlich der Silberwirkung kann hier nicht näher eingegangen werden, keine der darüber aufgestellten Hypothesen ist befriedigend.

Dass, wie GENERSICH [1]) neuerlich nachwies, in die durch Silberbehandlung der Hornhaut deutlich werdenden Hornhauthöhlen Wanderzellen gelangen und darin sich bewegen können, stimmt mit unserem Befunde überein. Ebenso stimmen auch die Untersuchungen HANSEN's [2]), welcher entsprechend der Veränderung der Hornhautkörperchen bei der Entzündung auch die Hornhauthöhlen verändert fand, dazu.

Ob man an der Grenze der Hornhauthöhlen etwas Aehnliches vorfindet, wie an den Knochenhöhlen [3]) und Zahnbeinröhrchen (Zahnscheiden [4])), wofür einzelne Beobachtungen sprechen, bin ich nach meinen bisherigen Isolirungsversuchen zu entscheiden nicht im Stande, ich halte es aber nicht für wahrscheinlich.

Eine wichtige Rolle in den Anschauungen über den Bau der Hornhaut spielen die Injectionsversuche und die Deutung der damit erhaltenen Resultate. (BOWMAN [5]), v. RECKLINGHAUSEN [6]), LEBER [7]), C. F. MÜLLER [8]), SCHWEIGGER-SEIDEL [9]), BODDAERT [10])).

---

1) Medicinische Jahrbücher der Gesellschaft der Aerzte in Wien. Jahrg. 1871, p. 1.
2) Anzeiger der Gesellschaft der Aerzte in Wien. No. 3, 1871.
3) Vergleiche dieses Handbuch, p. 91.
4) Vergleiche dieses Handbuch, p. 335.
5) TODD and BOWMAN, II, p. 19. Lectures p. 13.
6) Die Lymphgefässe etc. p. 41.
7) Monatsblätter für Augenheilkunde, 1866.
8) VIRCHOW's Archiv. Bd. XLI, p. 110. 9) l. c. u. d. folg.
10) Zur Histologie der Cornea. Centralblatt für die medic. Wissenschaft. 1871. No. 22. Dieser Aufsatz ist mir erst während der Correctur dieses Bogens zugekommen. Er hat mich nur veranlasst, in meiner Darstellung den nächstfolgenden Passus (s. d.) zu verändern. Im Uebrigen muss ich meine Darstellung völlig aufrecht erhalten.

Durch Einstichinjection in die Hornhaut gelang es erst BODDAERT (l. c.), wie es scheint, eine Füllung der Hornhauthöhlen zu erhalten. Ob eine Injection derselben durch Capillaritätswirkung entsteht, wie für die einst angenommenen intracellularen Höhlungen des Hornhautnetzes behauptet wurde (v. WITTICH[1]) müsste mit Rücksicht auf die geänderten Anschauungen neu untersucht werden.

Das gewöhnliche Resultat aller Einstichinjectionen ist eine Sprengung des Hornhautgewebes. Diese Sprengversuche liefern wegen des in der Structur der Hornhaut begründeten, regelmässigen, aber nach verschiedenen Richtungen nicht gleich festen Zusammenhanges der Fasermasse der Hornhaut auch eine ganz eigenthümliche Vertheilung der eingetriebenen Masse. Man hat aus der letzteren mit Unrecht auf die Existenz langgestreckter, gerader, röhriger Hohlräume (Corneal tubes BOWMAN's[2]), Interlamellarlücken HENLE's[3]) oder eines netzförmigen Canalwerkes (v. RECKLINGHAUSEN[4]), C. F. MÜLLER[5]), SCHWEIGGER-SEIDEL[6]) in der frischen Hornhaut geschlossen.

Gegenüber den umfangreichen Ueberlegungen, welche die einzelnen Autoren über die injicirbaren Räume der Hornhaut angestellt haben, möchte man unsere eben gemachten Angaben vielleicht zu bündig erachten.

Das kommt aber daher, dass der Gegenstand, um welchen es sich handelt, in der That sehr einfach ist, die Schwierigkeiten dagegen sind künstlich hineingetragen. Einmal durch das in der That kaum begreifliche Bestreben, die röhren- oder netzförmigen Trennungen des Zusammenhanges, wie sie bei der Sprengung der Hornhaut auftreten, zu den Saftcanälchen (Hornhauthöhlen) in Beziehung zu setzen. Zweitens durch die eher verständlichen Anstrengungen in der Hornhaut Lymphräume nachzuweisen, wie man sie ja auch in anderen Geweben gerade durch die Einstichmethode so glücklich auffand.

Zur Sprengung der Hornhaut kann man verschiedene Massen verwenden. Besser gelingen die Injectionen mit Quecksilber (BOWMAN) und öligen Massen als mit wässerigen (v. RECKLINGHAUSEN, LEBER). Am meisten zu empfehlen ist Terpentinöl (1 Volumen), gemischt mit Olivenöl (1 Volumen), welches letztere vorher mit ätherischem Auszug von Alkanawurzel gefärbt wurde. Nun injicire man zuerst mit diesem Mittel und überzeuge sich dann, dass andere Injectionsmittel wesentlich denselben Erfolg herbeiführen.

Man erhält bei verschiedenen Thieren verschiedene Resultate. In der Hornhaut vom Schaf, vom Ochsen, vom Kaninchen, vom Frosch erhält man dicht neben einander liegende, nur durch schmale Zwischenräume geschiedene und bündelweise parallel verlaufende Figuren, die spiessartig auslaufen und in ihrem Verlaufe meist über kürzere oder längere Strecken unregelmässige Einschnürungen erkennen lassen, aber nur selten der Quere nach mit einan-

1) VIRCHOW's Archiv. Bd. IX, p. 90 u. 91.
2) l. c.
3) l. c. p. 592, Fig. 448.
4) l. c. 5) l. c. 6) l. c.

der communiciren. Solche Bündel Figuren liegen, unter verschiedenen Winkeln sich kreuzend, über einander.

Beim Frosch, wo die Injection, wenn auch mühevoll, doch gegebenen Falles sehr gut gelingt, erscheinen die Einschnürungen an den spiessartigen Figuren rasch auf einander folgend und die Zwischenstücke verhältnissmässig kurz.

Im Zusammenhange erscheint das Bild, welches Fig. 386 bei schwacher Vergrösserung darstellt.

Alle Injectionen gelingen an möglichst frischen Hornhäuten am besten und können die Hornhäute sofort nach der Injection in humor aqueus (mit Hartnack Object. 4 und Ocular 3 und mit steigender Vergrösserung) untersucht werden.

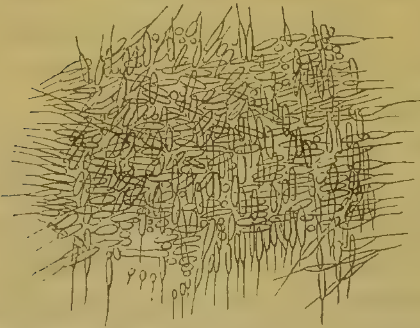


Fig. 386. Corneal tubes vom Frosch durch Injection von öliger Masse dargestellt.

Man vergleiche nun das beim Frosch zu erhaltende Injectionsbild, mit dem Silber- oder Goldbilde, und man wird, wenn man nur unbefangen urtheilt, sich schwer erklären können, dass man nicht in allen Fällen die Corneal tubes und Saftcanälchen als grundverschiedene Dinge angesehen hat.

Wie beim Frosche, so ist das aber auch bei allen genannten Thieren.

Anders als bei den letzteren gestaltet sich das Bild der injicirten Cornea beim Meerschweinchen und beim Hund, dort bildet die injicirte Masse nicht die langen spiessförmigen Figuren, sondern es erscheinen unregelmässig begrenzte breite Flecken, welche durch schmale Brücken mit einander zusammenhängen. An den Grenzen der Einstichinjection erscheinen solche Flecken oft völlig isolirt, oder aber sie hängen durch sehr schmale Ausläufer mit einander zusammen, oder sie treten durch breitere Brücken mit einander in Verbindung und bilden ein unregelmässiges Netz, welches sich von jenen Parthieen, wo die Injection voller ist und nur kleine Maschen zwischen den communicirenden Flecken übrig bleiben, nur durch die grossen Maschen unterscheidet.

Solche Netze liegen in vielen Lagen in der injicirten Hornhaut über einander.

Wo das Netz noch grossmaschig ist bei nicht vollen Injectionen, können Bilder sich finden, wie sie C. F. Müller[1]) und Schweigger-Seidel[2]) vom Hund und Meerschweinchen abbilden. Es zeigen aber nur beschränkte Parthieen gerade jenen Charakter, welcher in den angeführten Abbildungen wiedergegeben ist. Ob man in solchen Netzen durch Hämotoxylintinction je eine so regelmässige Kernvertheilung nachweisen kann, wie sie C. F. Müller[3]) und

1) l. c. Fig. 1. 2) l. c. Fig. 13 u. 14. 3) l. c. Fig. 1.

Schweigger-Seidel[1]) darin zeichnen, kann ich nicht aus eigener Erfahrung behaupten. Mir gelangen solche Bilder niemals, ich halte es aber für möglich, dass dieselben in gewissen Fällen zu beobachten sind. Ein besonderer Werth für die Beurtheilung des Baues der Hornhaut kommt ihnen aber nicht zu. Entschieden bestritten muss es werden, dass in der Hornhaut derselben Thierspecies nach der Verschiedenheit des Injectionsdruckes einmal gestreckte spiessartige Figuren, das andere Mal Netze erscheinen würden, wie C. F. Müller[2]) angiebt, und wie aus einer Stelle bei Schweigger-Seidel[3]) gefolgert werden könnte. Das ist nicht der Fall, bei den zuerst genannten Thieren erhält man unter allen Umständen Spiesse, beim Hund und Meerschweinchen unter allen Umständen Netze.

Viel werthvoller, als die noch erhaltenen Kerne des bei der Injection zerrissenen Protoplasmanetzes durch Tinction darzustellen, ist es, dass man sich davon überzeugt, welche Trennungen des Zusammenhanges man in dem Gewebe der Hornhaut durch das Eintreiben des Injectionsmittels hervorgebracht hat. Das gelingt vortrefflich, wenn man die Injectionsmasse wieder aus dem Gewebe entfernt.

Man lege zu dem Ende die mit der oben angeführten Masse injicirten Hornhäute in absoluten Alkohol ein. Dieser färbt sich nur wenig, nach einigen Stunden kann man mittelst eines mit Alkohol befeuchteten Messers dünne Flächen- und Dickenschnitte anfertigen. Diese werfe man in Aether bis zur Extraction der Injectionsmasse, dann in Alkohol, dann in Wasser, und untersuche sie sofort oder nach Behandlung mit Tinctionsmitteln.

Man wird die fibrilläre Substanz der Hornhaut aufgeblättert, die Fibrillenzüge als blättchenartige und ein regelmässiges Fachwerk begrenzende Bälkchen aufgestellt, gegen einander gespannt und mannigfach durchbrochen wahrnehmen.

Man wird ferner, von voll injicirten Stellen der Hornhaut zu solchen übergehend, bei welchen die Füllung erst im Beginne war, alle Uebergänge vom Anfang bis zu den weiteren Stadien der Sprengung und Zerklüftung wahrnehmen. Nichts kann dann treffender erscheinen, als der Vergleich der fibrillären Substanz der Hornhaut mit einem gepressten Schwamm (Kölliker[4]). Dächte man sich die durch die Injection gleichsam zerzupfte Hornhaut wieder so zusammengelegt, dass alle Fibrillenzüge dieselbe Bahn, welche sie beim Heraustreten aus ihrer ursprünglichen Lage beschrieben, wieder bis zu ihrer ursprünglichen Lage zurückbeschreiben würden, dann wären in diesem zusammengepressten Schwamm die Fibrillen so angeordnet wie ursprünglich, als sie noch durch Kittsubstanz in der Hornhaut an einander befestigt waren.

Wir glauben nun die Mittel an die Hand gegeben zu haben, womit sich

1) l. c. Fig. 14.
2) l. c. p. 138.
3) l. c. p. 316 u. 317.
4) Mikroskopische Anatomie. Bd. II, 2. Hälfte, p. 610

jeder davon überzeugen kann, dass der gewöhnliche Erfolg der Einstich-injectionen eine Sprengung des Hornhautgewebes ist.

Dass die bei der Sprengung entstehenden Fachwerke bei gewissen Thieren anders beschaffen sind als bei anderen, beweist, dass die Fibrillen nicht bei allen Thieren in derselben Anordnung verlaufen.

Schweigger-Seidel [1]) hat sich der Sprengung des Hornhautgewebes bedient, um seine kernhaltigen Platten zu demonstriren; was dabei als solche isolirt wird, soll später angegeben werden.

Es muss nun noch mit Bezug auf die, wie wir aber bereits dargethan, unberechtigte Annahme eines mit Zellplatten ausgekleideten Canalwerkes in der Hornhaut, das Bild besprochen werden, welches Hoyer [2]) bei der Versilberung der Hornhaut des Kätzchens in der an die Membrana Descemetii grenzenden Lage des Hornhautgewebes erhalten hat, und welches C. F. Müller [3]) auch bei zwei 38—41 Centimeter langen Rindsembryonen, ferner beim Hund, Schwein etc. und zwar in allen Schichten gesehen zu haben angiebt, welches endlich auch Schweigger-Seidel [4]) anführt und vom Hunde abbildet.

Es ist mir dieses Bild wohl bekannt, ich finde es aber nur bei jungen Thieren, und zwar in den Schichten an der Descemetischen Membran ausgezeichnet, bei jedem kleinen Kaninchen darstellbar.

Breite buchtige Silberlücken, die durch breite Brücken in einander übergehen, zeigen in ihrem Innern scharfe, schwarze Linien, durch welche die Silberlücken in Felder zerlegt sind, die sich wie durch Silberzeichnung abgegrenzte Endothel- oder Epithelzellen ausnehmen. Die schwarzen Linien entsprechen wirklich Zellgrenzen. Die Zellen, welche in denselben an einander stossen, sind aber keine Platten, sondern Hornhautzellen, zwischen welchen noch keine oder nur spärliche fibrilläre Grundsubstanz sich entwickelt hat.

Aus solchen dicht gedrängt liegenden und anfangs rundlichen Zellen besteht zu einer gewissen Zeit die ganze Hornhautanlage, und die Umbildung derselben in Hornhautgewebe schreitet von der vorderen Hornhautoberfläche gegen die hintere fort. Bei jungen Thieren findet man in den Schichten an der Descemetischen Membran noch Bilder vor, welche während der Entwicklung der Hornhaut ganz ebenso in allen übrigen Schichten vorhanden waren, dort erhält man aber, wie C. F. Müller für Rindsembryonen angiebt, und wie ich bei Schafembryonen ebenso beobachtete, das von Hoyer beschriebene Silberbild.

Die Grenze des Alters anzugeben, in welchem bei einem bestimmten Thiere das Bild an den Schichten nächst der Descemetischen Membran noch erhalten werden kann, und wann nicht mehr, das ist mir wegen unzureichen-

1) l. c. p. 321.
2) Reichert und du Bois, Archiv. 1865, p. 214.
3) l. c. p. 132.
4) l. c. Fig. 16.

der Anzahl von Untersuchungen nicht möglich. Sicher aber ist, dass das Bild in den entwickelten Hornhautschichten erwachsener Thiere nicht zu sehen ist.

Sehr wohl muss man sich aber hier in Acht nehmen, lange ausgewässerte und zerstörte oder in Zerfall begriffene Silberpräparate, an welchen Trugbilder der verschiedensten Art auftreten können, zu untersuchen.

Das HOYER'sche Bild findet also in Entwicklungsvorgängen des Hornhautgewebes seine Erklärung und spricht ebenso wenig, wie dies die Sprengung der Hornhaut durch Einstichinjection thut, für mit Zellenplatten ausgekleidete Spalträume in der Hornhaut.

Es muss nun noch Einiges über jenen Theil der Hornhautgrundsubstanz angeführt werden, in welchen wir uns die Hornhauthöhlen mit ihren Ausläufern eingegraben dachten (interfibrillärer Theil der Grundsubstanz). Ueber die Eigenschaften und die Zustände dieser Substanz lässt sich sehr wenig angeben, wir müssen sie uns aber in der Hornhaut continuirlich zusammenhängend und in bestimmter, aber ungleichmässiger Vertheilung vorhanden vorstellen. Die Vertheilung ist zunächst abhängig von der gegebenen Anordnung der Fibrillen und Fibrillenbündel. Dächte man sich jene interfibrilläre Substanz starr und die Fibrillen entfernt, und dächte man sich ferner aus den Hornhauthöhlen noch das Protoplasmanetz fort, so bliebe das Skelett jener Substanz zurück.

Dieses Skelett hätte aber eine ganz bestimmte Architectonik. Fertigt man von einer ganz frischen Hornhaut mittelst eines scharfen Messers auf einer Korkunterlage einen Dickenschnitt an und breitet ihn in Wasser aus, dann sieht man, dass, wenn man den Schnitt in der Richtung senkrecht auf die Oberfläche der Hornhaut aus einander zieht, zahlreiche Lücken entstehen, die von langgedehnten Seiten begrenzt werden, dort wo diese Lücken (Interlamellarlücken HENLE's) entstehen, sind die Fibrillenbündel in weniger inniger Berührung als in den Gewebestreifen, welche zwischen jenen Lücken sich präsentiren. Dort wo die Lücken entstehen, finden sich auch die platten Leiber der Hornhautkörperchen. Wenn man aber die Länge der entstehenden Lücken mit der Länge des platten Mittelstückes des Hornhautkörperchens vergleicht, so findet man, dass die erstere beträchtlicher ist, als die letztere. Um die das Körperchen bergende Höhle muss also eine grössere zwischen die in der Lücke aus einander weichenden Bündeln eingeschobene, dünne, aber in der Richtung der Hornhautoberfläche ausgedehnte Schichte von jener Substanz abgelagert sein, während sie feiner vertheilt in den feineren Durchgängen zwischen den Fibrillen und um die in der Richtung des Dickendurchmessers durchtretenden Fortsätze der Hornhautkörperchen (Fig. 380 *b*) sich vorfindet. Bei der eigenthümlichen Anordnung und Vertheilung der Hornhautkörperchen und der Fibrillenbündel (vergl. Fig. 377 und Fig. 380 *b*) werden also jene grösseren platten Lagen von Zwischensubstanz im Allgemeinen in der Richtung der Hornhautoberfläche verlaufen und gegen einander geneigt in einander übergehen und durch verschieden gestaltete Blätter und Streifen mit einander

zusammenhängen. Von den oben (p. 1116) erwähnten, erst versilberten und darauf vergoldeten Hornhäuten lassen sich auch Zupfpräparate anfertigen. Man bemerkt dann häufig an den einzelnen Fibrillenbündeln die Zeichnung der Grenzen von noch erhaltenen oder beim Zerzupfen zerrissenen Hornhauthöhlen. Die Fibrillen selbst erscheinen dort, wo sie völlig isolirt wurden, glatt und nicht oder nur schwach gefärbt. Die blaue Farbe haftet an einer Masse, welche von den Fibrillen durchzogen erscheint, diese Masse erscheint von Körnchen durchsetzt und so wie sie einerseits die Fibrillen umhüllt, so bildet sie andererseits die eigentliche Umgrenzung der Höhlen.

Das erwähnte Kittscelett lässt sich, wenn auch im verzerrten, vielfach zerrissenen und zusammengefallenen Zustande, von den Fibrillen der Hornhaut isoliren.

Das Letztere ist der Fall, wenn man die Hornhautfibrillen in Leim verwandelt durch anhaltendes Kochen in Wasser oder in salzsäurehaltigem Alkohol (starker Alkohol mit $^1/_2$—$^3/_4$ Volumprocent rauchender ClH).

Verfolgt man die Veränderungen, welche die Hornhaut (vom Ochsen, Hund, Schaf) dabei erleidet, so sieht man auf die schon früher erwähnte plötzlich auftretende Formveränderung, welche auch beim Kochen in salzsäurehaltigem Alkohol sofort erfolgt, keine weitere Veränderung mehr eintreten. Das Hornhautstückchen wird aber immer mehr und mehr von der löslich werdenden leimgebenden Substanz befreit, und zeigt, wie zu verschiedener Zeit angefertigte Dickenschnitte ergeben, jenes Ansehen, welches man an gekochten Hornhautschnitten, als den Ausdruck des lamellösen Baues der Hornhaut angesprochen hat, so lange, bis es zuletzt sehr leicht in Blätter und Blättchen zerfällt. Glänzende, hie und da verdickte und stellenweise gegen einander geneigte Streifen liegen in der Richtung des Dickendurchmessers vielfach geschichtet über einander. [1])

Wenn Schweigger-Seidel [2]) angiebt, dass es ihm gelungen ist, mittelst des salzsäurehaltigem Alkohols gleichzeitig die durchsichtige glasartige Platte seiner Hornhautzelle und das derselben anliegende glänzend granulös erscheinende strahlige Körperchen (Artefact Schweigger-Seidel) sichtbar zu

1) Wir haben uns hier auf unsere eigenen Beobachtungen über jene Substanz beschränkt. Es muss aber auch wenigstens theilweise auf sie bezogen werden, was Lightbody (On the anatomy of the cornea of vertebrates. Journal of Anatomy and Physiology. Volume I. London and Cambridge 1867, p. 16) leider ohne Angabe der Präparationsmethoden in den folgenden Stellen sagt: »The bundles are connected to each other by a gelatinous form of connective tissue which varies greatly in quantity and consistence in different animals: in the rabbit it is abundant but hard; in the rat it is also abundant, but so soft, especially near the margin of the cornea, that if the conjunctival epithelium be scraped off rather rougbly, it is squeezed out of place, and presents much the same aspect as Bowman's corneal tubes, which I believe are generally considered to be the artificial separation of the bundles. This gelatinous substance is dyed by carmine, though not so deeply as the corpuscles and their processes which lie imbedded in it, yet deeper than the tissue composing the bundles: this last is hardly dyed at all, unless the solution of carmine is very strong; and what it does absorb then is tolerably easy to wash out.«

2) l. c. p. 323.

machen, so handelt es sich dabei um das von noch zusammenhängender Kittsubstanz umgebene platte Mittelstück der Hornhautkörperchen. In ähnlicher Weise müssen aber auch die Platten erklärt werden, welche man durch Eintreiben von Flüssigkeit in die Hornhaut isoliren kann.

In Bezug auf die Bahnen für die Wanderzellen der Hornhaut müssen wir uns der gegebenen Darstellung gemäss dafür erklären, dass diese in dem Canalsysteme zu suchen sind, welches auch von dem weichen Protoplasmanetz der Hornhautkörperchen erfüllt wird (v. RECKLINGHAUSEN). Eine flüssige Substanz, die gleichmässig in der Hornhaut vertheilt, in der die festen Formbestandtheile gleichsam schwimmen würden, und in welcher auch die Wanderzellen jene Formbestandtheile aus einander schiebend, ihren beliebigen Weg nehmen könnten (ENGELMANN[1])), steht mit dem beobachteten Erscheinungen nicht im Einklange: zu entscheiden, ob Transsudate Sprengungen des Hornhautgewebes nach Art der Einstichinjectionen bewirken oder bewirken können, und ob in solchen Transsudaten dann geformte Bestandtheile amöboider Natur sich vorfinden, muss späteren Untersuchungen überlassen bleiben.

Die Gefässe der Hornhaut. Die Hornhaut der entwickelten Wirbelthiere ist in ihrem mittleren Theile frei von Blutgefässen.

Beim Menschen trifft man nur einen Randsaum von 1—1 $^1/_2$ Mm. Breite mit zierlichen Capillargefässschlingen erfüllt. Die letzteren stammen von Arterien ab, welche in den äusseren Lagen des vordersten Theiles der Conjunctiva bulbi verlaufen und gehen in die darunter liegenden Venen derselben Membran über (Fig. 387).

Ueber die Abkunft der genannten Arterien und der Sammeläste der Venen in Bezug auf die Blutbahnen des Auges vergleiche man den Artikel: Gefässe des Auges.

Aus der Sclerotica herkommende und tiefer liegende Hornhautgefässe finden sich beim Menschen auch am Rande nicht (LEBER).

An menschlichen Leichenaugen lassen sich die Gefässschlingen am Hornhautrande oft sehr schön natürlich injicirt beobachten. In der Regel ausgezeichnet natürlich injicirte, langgestreckte und weitmaschige Schlingen findet man an ganz frischen Schafsaugen.

In embryonalen Augen findet sich ein zierliches Capillarnetz an der ganzen vorderen Hornhautfläche, und zwar in der Lage des Hornhautgewebes, welche unmittelbar an das vordere Epithel grenzt.

Ueber Lymphgefässe der Hornhaut liegen Angaben von KÖLLIKER[2]), HIS[3]), SÄMISCH[4]) vor, welche sich auf vereinzelte und zweifelhafte Beobachtungen

1) l. c. p. 6 u. d. f.
2) Mikroskopische Anatomie. Bd. II. p. 621.
3) Beiträge zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea, p. 71.
4) Beiträge zur normalen und pathol. Anatomie des Auges. Leipzig, 1862, p. 12.

am Cornealrande beziehen. Lightbody's [1]) Angaben über perivasculäre Lymphräume um die Randschlingen der Hornhaut konnten C. F. Müller [2]) und Schwalbe [3]) als normalen Befund nicht bestätigen. Für die durch Einstich-

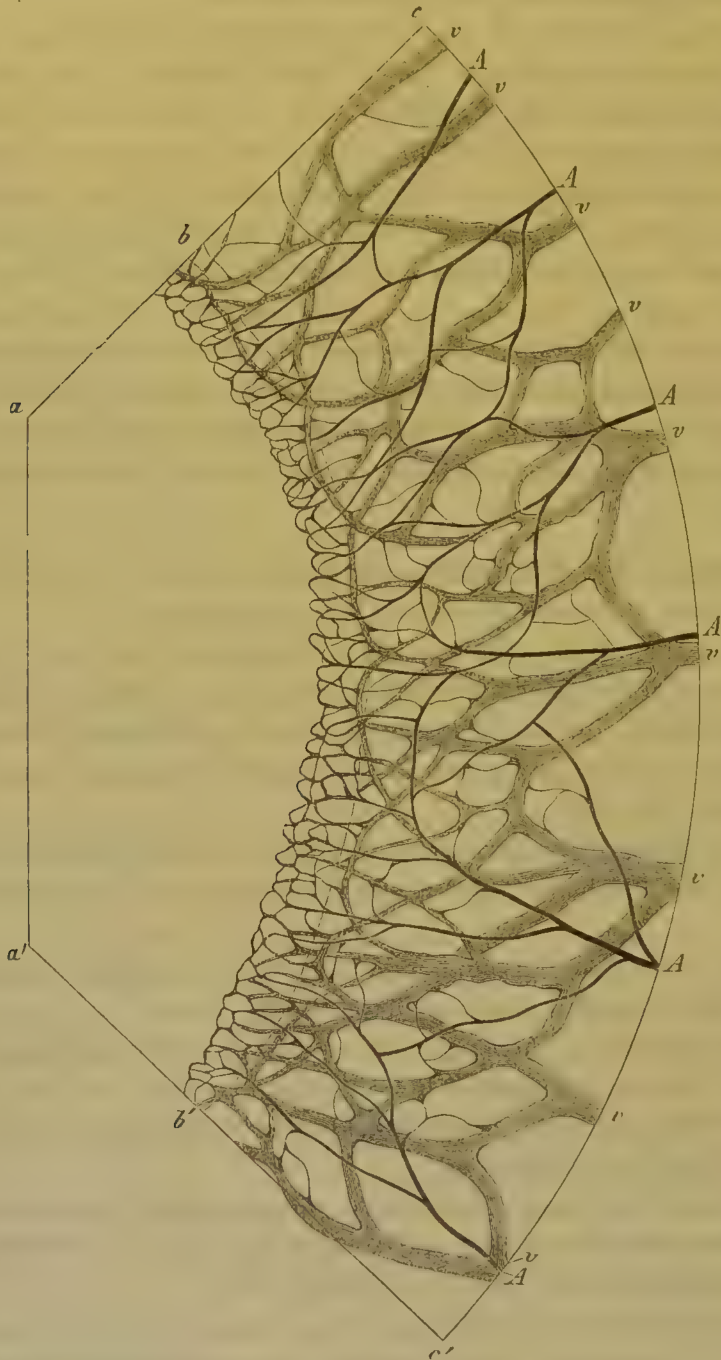


Fig. 387. Von den vordersten Conjunctiva-Gefässen abstammende Endschlingen *b b'*. *A* Arterien, *v* Venen, *a a' b b'* Hornhaut, *b b' c c'* Bindehaut und Sclerotica. Nach einem sehr vollkommen mit Leim und löslichem Berlinerblau injicirten Auge des Kindes.

1) Journal of anatomy and physiology 1867, p. 35 u. d. f.

2) l. c. p. 147.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6. p. 264.

injection in die Hornhaut eingetriebenen Massen Abflusswege aufzufinden, ist meist nicht gelungen (C. F. Müller [1]), Schweigger-Seidel [2])). Man will aber auch den Uebertritt der Injectionsmasse in Lymphgefässe der Conjunctiva beobachtet haben (Leber [3])).

Endlich ist hier noch anzuführen, dass bei Einstichinjectionen in die Hornhaut die Injectionsmasse auch längs der Nervenstämmchen vordringen kann (C. F. Müller [4])), dasselbe kann durch Extravasation von in die Blutgefässe eingetriebenen Injectionsmassen geschehen. Die von Teichmann [5]) in der Cornea injicirten gefässähnlichen Figuren und die Vasa serosa von J. Arnold [6]) und von Niemetschek [7]) sind auf diese Weise zu erklären (C. F. Müller [8]).

Die Descemetische Haut.

Sie stellt auf dem Hornhautdurchschnitt eine sehr scharf abgegrenzte Schichte dar. Die Dicke derselben nimmt beim Menschen zu mit den Lebensjahren. Beim Neugeborenen fand H. Müller [9]) die Dicke 0,005—0,007 Mm., beim Erwachsenen in der Mitte 0,006—0,008 Mm., am Rand 0,01—0,012 Mm., bei Greisen in der Mitte 0,01, am Rand 0,015—0,02 Mm. Von der frischen Hornhaut lässt sie sich nur schwer ablösen, leicht dagegen von einer mit übermangansaurem Kali oder mit 10 % Kochsalzlösung behandelten Hornhaut.

Stücke der Haut, welche, sei es von der frischen, sei es von einer nach den angeführten Methoden behandelten Hornhaut, gewonnen wurden, erscheinen dadurch ausgezeichnet, dass sie sich von zwei gegenüber liegenden Rändern einrollen, ähnlich wie lange zusammengerollt gelegenes Papier. Die Ränder eines abgelösten Stückes der Descemetischen Haut erscheinen unter dem Mikroskope sehr scharf gezeichnet, und da man wegen der grossen Homogenität der Haut immer das perspectivische Bild aller vorhandenen Kanten wahrnimmt, so macht es einen glasartigen Eindruck. Alle diese Eigenschaften hat die Descemetische Membran mit der Linsenkapsel gemein.

Im frischen Zustande zeigt die Membrana Descemetii keine mikroskopisch erkennbare Structur. Nur manchmal nimmt man an Bruchflächen eine der Oberfläche parallele undeutliche und unterbrochene Streifung wahr (Brücke [10]), Mensonides [11]), Leydig [12])).

1) l. c. p. 146.
2) l. c. p. 324 u. 325.
3) Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, 1866, p. 17.
4) l. c. p. 142.
5) Das Saugadersystem.
6) l. c.
7) Prager Vierteljahresschrift. Bd. 3. 1864. p. 48.
8) l. c.
9) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. Abth. 2. p. 48.
10) l. c. p. 606.
11) Nederlandisch Lancet, Mai 1849. p. 694.
12) Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Bd. V, p. 11.

Henle [1]) sah die Descemetische Haut des Ochsen nach 30stündigem Kochen in eine Menge feinster etwas eingerollter glasartig durchsichtiger Blättchen zerfallen. Feine Schnitte getrockneter Hornhäute mit Jodkaliumjodlösung (3 : 1 : 500) durch 24 Stunden behandelt sah Tamamscheff [2]) in der Richtung der Oberfläche gestreift und spaltbar (in feinste Fibrillen) werden. Eigenthümliche Bilder beschreibt und zeichnet Schweigger-Seidel [3]), der auch angiebt, dass 10 % Kochsalzlösung eine deutliche fibrilläre Streifung der Membran — ob in der Rand- oder Flächenansicht ist nicht angeführt — hervorruft.

Am Rande der Hornhaut beim Menschen finden sich warzenartige Erhebungen der hinteren Fläche der Descemetischen Membran vor (Hassal [4]), H. Müller [5])). Diese fehlen noch in den ersten Lebensjahren, zwischen 20. bis 30. Lebensjahre haben sie 0,01 Mm. Durchmesser an der Basis, sind halb so hoch und stehen in Abständen, die dem Durchmesser der Basis ungefähr gleich sind, in 2—4 Reihen. Bei alten Individuen sind sie an der Basis 0,02 Mm. breit, 0,01 Mm. hoch und bilden eine breitere Zone, in seltenen Fällen reichen sie bis in die Mitte der Hornhaut (H. Müller).

Ueber die Verbindungen, welche die Descemetische Membran an ihrem Rande eingeht, wird später gehandelt werden (p. 1141).

Das Endothel der Descemetischen Haut.

(Inneres Epithelium der Hornhaut). Das Endothel der Descemetischen Haut ist beim entwickelten Thier- und Menschenauge eine Schichte polygonaler Zellen von 0,025 Mm. Durchmesser (Henle [6])). Die Zellen erscheinen abgeplattet und besitzen runde Kerne von 0,008 Mm. Durchmesser (Henle [7])). An ganz frischen Augen lässt sich das Endothel in Form eines zusammenhängenden Häutchens abstreifen. Es ist diese Zellenlage an der Rückseite der Hornhaut zu den unächten Epithelien oder Endothelien (His [8]) und nicht zu den Epithelien zu zählen.

An gereizten Hornhäuten vom Frosch beobachtete Klebs [9]) eine Reihe von Formveränderungen an den Zellen des Endothels der Descemetischen Membran, welche unter Umständen ebenso lebhaft wie die der Lymphkörperchen sind und zu einer Ablösung der Zellen führen. Norris und Stricker [10]) sahen

1) Cannst. Jahresber. 1853,. p. 26 u. l. c. p. 606.
2) Centralblatt für die medic. Wissenschaften. 1869. p. 353.
3) l. c. p. 311 u. 312. Fig. 7, 8, 9, 10.
4) Mikroskopische Anatomie. Deutsch von Kohlschütter. Leipzig 1852, p. 393. Bd. II. Taf. LXIII, Fig. 11.
5) Archiv für Ophthalmologie. Bd. II. Abth. 2. p. 48.
6) l. c. p. 607.
7) l. c.
8) Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1865, p. 18.
9) Centralblatt für die med. Wissenschaften. 1864. p. 513—516.
10) l. c. p. 16 u. 17.

Bewegungen der Endothelzellen der Descemetischen Membran gleichfalls an entzündeten Hornhäuten und geben auch an, dabei eine Vermehrung der Kerne und eine Proliferation der Zellen wahrgenommen zu haben. Bringt man eine frisch ausgeschnittene gesunde Hornhaut vom Frosch möglichst rasch mit humor aqueus befeuchtet unter das Mikroskop und betrachtet das Endothel der Descemetischen Membran in scharfer Einstellung, dann sieht man dasselbe sehr häufig wie aus zweierlei Zellen zusammengesetzt. Ein Theil der Zellen erscheint körnig und in denselben ein runder Kern durch eine mehr oder weniger scharfe Umfassungslinie angedeutet. Ein anderer Theil der Zellen dagegen erscheint völlig glatt und ohne Andeutung eines Kernes. Die Zellen in diesen zweierlei Zuständen kommen einzeln oder in unregelmässigen Figuren zusammenhängend neben einander vor und kann die durch jene zwei verschiedenen Zustände der Zellen und ihre wechselnde Vertheilung bedingte Zeichnung der Endothelhaut eine sehr mannigfaltige sein.

Entwicklung der zum Bindegewebe gehörigen Hornhautschichten.

Die Histogenese der Hornhaut erfordert eine erneute Bearbeitung, insbesondere mit Zuhilfenahme der Silber- und Goldmethode. Was darüber vorliegt, sind nur fragmentarische Beobachtungen. In der Hornhaut eines $1\frac{1}{4}$zölligen Fötus vom Rind findet Langhanns[1]) längliche oder rundliche Zellen mit nicht scharf begrenztem Kern, welche sehr dicht neben einander liegen. Bei einem $1\frac{1}{2}$zölligen Embryo war die Form der Zellen unregelmässig bald rund, bald zackig.

Bei einem $2\frac{1}{2}$zölligen Embryo war an der zerzupften Hornhaut schon ein faseriges Ansehen zu bemerken, die Zellen sind gross, ihre Form ähnelt schon mehr der der Körperchen der entwickelten Hornhaut. Bei einem Rindsfötus, dessen Augendurchmesser c. 6 Mm. betrug, waren die Zellen blass, länglich und hatten 4—6 Ausläufer.

Mir liegen meridionale Schnitte von in Müller'scher Flüssigkeit gehärteter und in Peremeschko's Masse eingebetteten Augen einer Reihe von Schafembryonen vor. Die Schnitte sind mit Carmin tingirt. Ich sehe in denselben die Hornhaut anfangs aus runden, dicht neben einander liegenden Zellen bestehen. Später erscheinen die Zellen in der Richtung des Dickendurchmessers der Hornhaut abgeplattet. Diese abgeplatteten Zellen liegen ebenfalls noch dicht über einander, wie die Zellen in den oberen Lagen eines Plattenepithels.

Zwischen diesen abgeplatteten Zellen tritt nun eine helle Substanz auf, welche die Zellen in der Richtung des Dickendurchmessers der Hornhaut aus einander schiebt, so dass ein Bild zu Stande kommt, welches schon an den Meridionalschnitt der entwickelten Hornhaut erinnert.

Dieses Auseinanderweichen der Zellen erfolgt nicht in allen Schichten der Hornhaut gleichzeitig. Es beginnt vielmehr nahe dem vorderen Pol des

1) l. c. p. 17 u. 18.

Auges, erfasst dann die vordersten Schichten zuerst und schreitet successive nach hinten gegen die vordere Augenkammer hin fort.

Diese ist zu einer bestimmten Entwicklungsperiode von dem Hornhautlager mit schon entwickelter Zwischensubstanz durch eine Lage abgeplatteter über einander geschichteter Zellen getrennt, die alle der innersten dem Endothel der Descemetischen Membran entsprechenden Zellenlage völlig ähnlich sind. Eine Descemetische Membran ist noch nicht vorhanden. Sie tritt als ein schmaler Streifen zwischen der innersten Zelllage und den nach aussen hin gleichfalls noch als Platten über einander geschichteten Zellen auf.

Bei einem Kalbsembryo von 8 Centimeter Länge, bei menschlichen Embryonen aus dem 2., 3. Monat findet sich nach Donders[1]) die Descemetische Haut schon mit demselben structurlosen Aussehen vor wie beim ausgewachsenen Thiere, nur ist sie dünner.

In der hellen Substanz, welche, wie früher erwähnt, die abgeplatteten Zellen des sich entwickelnden Hornhautgewebes aus einander drängt, findet man schon in sehr frühen Stadien feine Fibrillen oder Fibrillenzüge vor. Die Zellen selbst erscheinen mit Ausläufern versehen, welche nach den verschiedensten Richtungen hin abgehen, die mit den Ausläufern benachbarter Zellen sich verbinden, die aber, wie Zupf- und Schnittpräparate lehren, niemals in die Substanz der Fibrillen übergehen.[2]) Die letzteren treten in der die Zwischenräume des körnigen Protoplasmas der Zellen ausfüllenden Substanz in ähnlicher Weise auf, wie die Fibrillen des Bindegewebes bei der Entwicklung des Netzes[3]). Die histologischen Vorgänge bei der nach dem Abschälen oberflächlicher Lagen beim Kaninchen (Donders[4]), de Gouvea[5])) und nach Substanzverlusten beim Menschen (Donders[6])) beobachteten Regeneration des Hornhautgewebes sollten gleichfalls einer eingehenderen Untersuchung unterworfen werden.

Das äussere Epithel der Hornhaut.

Dieses Epithel ist ein geschichtetes Plattenepithel von 0,03 Mm. Dicke (Henle[7])) beim Menschen. Das äussere Epithel zeigt beim Menschen und bei den Säugethieren sehr übereinstimmende Verhältnisse.

Es besteht in seinen obersten Lagen aus abgeplatteten Zellen, die mehrfach über einander geschichtet erscheinen, diese Zellen besitzen in der Richtung der Hornhautoberfläche grössere Durchmesser als die nach innen auf sie

1) Nederl. Lancet Aug. 1851. p. 47.
2) Vergl. Wilckens, Ueber die Entwicklung der Hornhaut des Wirbelthierauges. Zeitschrift für rat. Medicin. 3. R. Bd. XI. p. 167.
3) Dieses Handbuch, p. 62 u. d. f.
4) Holländ. Beiträge zur Natur- und Heilkunde. Bd. I. p. 387.
5) Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde. Bd. I. p. 119.
6) Nederl. Lancet. 1848. p. 218.
7) l. c. p. 605.

folgenden Zellen, die in situ, also auf Durchschnitten gehärteter Präparate oder aber an abgelösten Epithelfetzen eine polygonale Form darbieten. An Zerzupfungspräparaten von in Jodserum oder aber durch längere Zeit in 10 % Kochsalzlösung und darauf kurze Zeit in Wasser macerirtem Epithel erscheinen diese Zellen rauh, kurzzackig und mit ihren Unebenheiten in einander geschoben als Riff- oder Stachelzellen, Fig. 388. Mit so langen Fortsätzen ver-

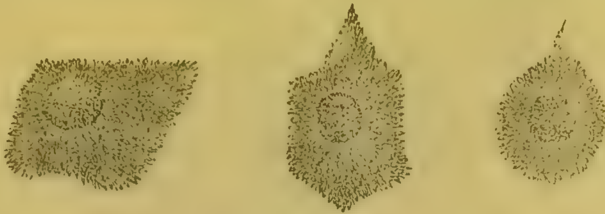


Fig. 388. Riff- und Stachelzellen aus den mittleren Zellschichten des äusseren Hornhautepithels vom Schwein. Durch Liegen der Hornhaut in 10procentiger Kochsalzlösung und darauf folgende Behandlung mit Wasser isolirt.

sehene (gefingerte) Zellen, wie sie CLELAND [1]) aus den mittleren Lagen des Corneaepithels vom Ochsen mittelst doppeltchromsaurem Kali isolirt haben will und abbildet, sehe ich daselbst auch bei diesem Thiere nicht.

Die unterste unmittelbar auf dem Hornhautgewebe sitzende Zellenschichte besteht aus Zellen, welche in der Richtung senkrecht zur Oberfläche verlängert erscheinen. Sie erscheinen isolirt ebenfalls noch rauh in Folge der gelösten Verzahnung mit ihren Nachbarn und sitzen mit breiter Basis auf dem Hornhautgewebe. Sie schicken keinerlei Fortsätze in dasselbe hinein. Von der Seite gesehen erscheint die Basis der Zellen als ein glänzender Saum (Fusssaum). Der runde Kern dieser Zellen liegt dem gegen die äussere Hornhautfläche hinsehendem Ende etwas näher, als dem inneren. Es ist das namentlich gut zu sehen an mit Haematoxylin gefärbten Durchschnitten rasch in Alkohol gehärteter Hornhäute von Thieren, bei welchen diese Zellen besonders lang sind, wie z. B. beim Ochsen und beim Schwein. In sparsamer Vertheilung will KRAUSE [2]) zwischen den Zellen dieser Schichte eigenthümliche ellipsoidische Zellen (?) beobachtet haben.

Beim Frosch nimmt sich das Epithel im optischen Durchschnitte an Falten frischer Hornhäute so aus, wie es in Fig. 378 dargestellt erscheint.

Auch hier ist 10 % Kochsalzlösung, angewendet, bis sich das Epithel in Fetzen loslöst (SCHWEIGGER-SEYDEL [3])), wie ich mich überzeugte, ein vortreffliches Isolirungsmittel.

Die Zellen der äussersten Schichte setzen eine durch glänzende Adern (Zellgrenzen, mit $NAgO_3$ sich schwärzender Kitt) in ihre Felder zerlegte Mosaik

1) On the epithelium of the ox. Journal of anat. and phys. by Humphry and Turner. Vol. II. Cambridge and London, 1868. p. 362—364.

2) Ueber das vordere Epithel der Cornea. Göttinger gelehrte Nachrichten. 1870. No. 8. REICHERT und DU BOIS, Archiv, 1870. p. 232.

3) l. c. p. 353.

zusammen. Jede polygonale Zelle besitzt einen schönen, scharf begrenzten, körnigen Kern Fig. 389 *a*.

In der mittleren Zellenschichte kommen beim Frosch selten Riff- und Stachelzellen vor. Es erscheinen die Zellen dort entweder polyedrisch mit

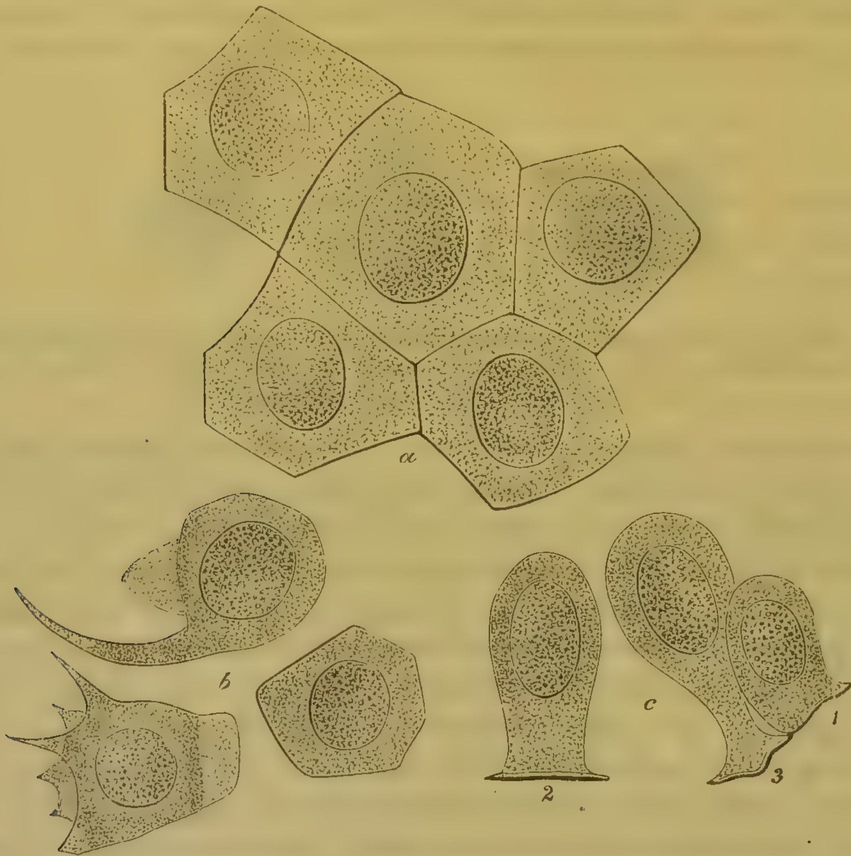


Fig. 389. Aeusseres Epithel der Hornhaut vom Frosch. *a* Zellen aus der äussersten, *b* aus der mittleren, *c* aus der innersten Lage.

glatten Kanten und Flächen, oder aber, was häufig zu sehen ist, sie schicken eine beschränkte Zahl längerer oder kürzerer zugespitzter, oft sehr eigenthümlich (Fig. 389 *b*) gestalteter Fortsätze aus.

Die innerste Zellenschichte besteht auch hier aus verlängerten Zellen. Die Länge der einzelnen dieser Schicht angehörenden Zellen ist wechselnd. Zwischen kürzeren Zellen der Form (*c* 1 Fig. 389) finden sich längere von der Form *c* 2 Fig. 389 eingeschoben, und die Keulenform kann oft wegen Verschmälerung des inneren Theiles der Zelle noch ausgeprägter hervortreten, wie z. B. in *c* 3 Fig. 389.

An der Stelle, wo die Zellen dem Hornhautgewebe aufsitzen, findet sich an denselben ein stark lichtbrechender Saum (Fig. 389 *c* 1, 2, 3), welcher in der Seitenansicht an den glatten Saum erinnert, den gewisse Kegelepithelien unter Umständen an ihrer Oberfläche zeigen. Und dieser Saum, welchen man eben Fusssaum nennen könnte, erscheint gewöhnlich verbreitert, immer ist das der Fall bei den keulenförmigen Zellen der innersten Schichte.

Die verbreiterten Fusssäume der Zellen legen sich so an einander, oder schieben sich etwas zugeschärft so über einander, dass alle Säume zusammen in situ der Zellen gesehen, einen glänzenden Streifen darstellen, der an der Grenze von Epithel und Hornhautgewebe hinläuft. Dieses Streifens erwähnt auch Henle [1]), er sucht ihn aber anders zu erklären.

Ich habe mich auch beim Menschen und bei den Säugethieren überzeugt, dass jener Streifen nur durch die Fusssäume der innersten Zellen zu Stande kommt.

Eine genauere Kenntniss des Hornhautepithels in seinen einzelnen Schichten im normalen Zustande ist um so nothwendiger, als das genannte Epithel eine hervorragende Rolle spielt in den Versuchen, die neuerlich über Epithelregeneration angestellt wurden.

J. Arnold [2]), welcher die Versuche begann, verlieh denselben bekanntlich dadurch eine principielle Bedeutung, dass er angab, dass in einer künstlich erzeugten Epithellücke das dieselbe ausfüllende neue Epithel aus einem in der Lücke zuerst auftretendem Blastem entsteht. Das letztere solle am Rand der Lücke sich in hyalines Protoplasma und dieses durch Furchung in Portionen mit in den letzteren auftretendem Kerne (in Zellen) verwandeln. Die Versuche, welche von Wadsworth und Eberth [3]), F. A. Hoffmann [4]) und von Heiberg [5]) am äusseren Hornhautepithel angestellt wurden, sprechen aber sämmtlich gegen Arnold's Blastem. Die Regeneration findet statt durch Nachkommen, die durch Sprossung und Theilung der den Rand begrenzenden Epithelzellen oder aus den Grenzzellen von in der Lücke stehen gebliebenen Epithelinseln entstehen.

F. A. Hoffmann [6]) giebt an, dass er an den Zellen der untersten Epithelschichte niemals Ausläufer beobachtet habe. Das würde der letzteren Schichte eine besondere Stellung anweisen (vergl. Cleland [7]) und Krause l. c. p. 235). Heiberg [8]) widerspricht jedoch der Angabe Hoffmann's. Es ist aber bei Heiberg auf die Besonderheit der untersten Zellschichte des intacten Hornhautepithels ein zu geringes Gewicht gelegt. Dass an den Zellen der mittleren Schichten schon im Normalzustande Ausläufer sich finden, haben wir oben gesehen. Heiberg [9]) beschreibt langsam erfolgende Formveränderungen an den Sprossen des in Regeneration begriffenen Epithels. Das Hervortreiben buckelartiger Fortsätze und Wiederzurückziehen derselben beobachtete schon früher F. A. Hoffmann [10]) an Zellen des vorderen Hornhautepithels in der Nähe des Schorfes von mit Arg. nit. geätzten Hornhäuten. Die Regeneration des Epithels in einer durch Auskratzen mit der Staarnadel erzeugten Lücke im centralen Theile der Hornhaut (die Grösse ist leider nicht angeführt) erfolgte bei Fröschen nach 40 Stunden und darüber, in der Regel vor Ablauf des 3. Tages,

1) l. c. p. 605 und Fig. 459.
2) Virchow's Archiv. Bd. XLVI, p. 168.
3) Virchow's Archiv. Bd. LI. p. 361.
4) Virchow's Archiv. Bd. LI. p. 373.
5) Medicinische Jahrbücher der Gesellschaft der Aerzte in Wien. Jahrg. 1871. p. 7.
6) l. c. p. 388 und 389.
7) l. c. p. 363.
8) l. c. p. 19.
9) l. c. p. 12.
10) Ueber Contractilitätsvorgänge im vorderen Epithel der Froschhornhaut. Diss. inaug. Berlin 1861.

bei Säugethieren und Vögeln innerhalb der ersten 24 Stunden. Nach diesen Zeiten fand sich die Lücke durch Ueberhäutung ausgefüllt (Heiberg [1]).

Im vorderen Hornhautepithel kommen ebenso wie im Hornhautgewebe Wanderzellen vor, auch zwischen beiden Geweben sind Wanderzellen beobachtet (epitheliale, subepitheliale Wanderzellen) (v. Recklinghausen [2], Engelmann [3]). Eine Betheiligung der Wanderzellen an der Regeneration bei Epithelverlusten wird von J. Arnold [4]), Wadsworth u. Eberth [5]), F. A. Hoffmann [6]) und von Heiberg [7]) in Abrede gestellt.

Die Nerven der Hornhaut.

Sie treten am Rande der Hornhaut in ziemlich regelmässigen Abständen in Form verschieden grosser Stämmchen ein. Den Eintritt markhaltiger Nerven in die Hornhaut des Auges lernte man schon vor längerer Zeit kennen (Schlemm [8]), Bochdalek [9])).

An Zahl sind die in die Hornhaut eintretenden markhaltigen Nerven bei verschiedenen Individuen und Species verschieden. Beim Menschen werden 20—30 (Kölliker [10])), 24—36 (Kölliker [11])) u. 40—45 (Sämisch [12])) angegeben. Beim Kaninchen wurden 20—30, beim Ochsen und Schaf 10—20, beim Huhn und der Taube 12—18 (Kölliker [13])), beim Meerschweinchen 15—18 (Cohnheim [14])), beim Frosch durchschnittlich 15 (Kühne [15]) gezählt. Während ihrer Verbreitung bilden die Nerven in der Hornhaut einen durch vielfache Anastomosen ausgezeichneten Plexus, dessen feinere Verästelungen nach der vorderen Fläche streben, wo sich ein Nervennetz unmittelbar unter der vorderen, »structurlosen Lamelle« und dicht unter dem Epithel befindet (Kölliker [16])). Die aus marklosen Fasern gebildeten Nervengeflechte finden sich in ähnlicher Weise in der Hornhaut des Menschen und der verschiedensten Thiere vor

1) l. c. p. 10.
2) Virchow's Archiv. 28. Bd. p. 191.
3) l. c. p. 15.
4) l. c. p. 170 u. d. f.
5) l. c. p. 370.
6) l. c. p. 384.
7) l. c. p. 13 u. 20.
8) Berliner Encyclopädie. Bd. IV. p. 22.
9) Bericht über die Versammlung der Naturforscher in Prag im Jahr 1837. Prag 1838. p. 182.
10) Mikroskopische Anatomie. II. Bd. p. 627.
11) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 650.
12) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie des Auges.
13) Mikroskopische Anatomie. II. Bd. p. 627.
14) Virchow's Archiv. Bd. 38. p. 354.
15) Untersuchungen über das Protoplasma etc. Leipzig 1864. p. 133.
16) l. c. p. 627.

(His[1], J. Arnold[2], Sämisch[3], Ciaccio[4]), Kühne[5]), und beim Frosch sollen feine Enden der durch die ganze Hornhaut verbreiteten Nerven mit den Hornhautkörperchen sich verbinden (Kühne[6])).

Bei Säugethieren lassen sich aus dem äusseren Theile des Nervenplexus austretende Fasern in das vordere Hornhautepithel verfolgen (Hoyer[7])). Die beste Einsicht in die Ausbreitung und Endigung der Nerven in der Hornhaut gewann Cohnheim[8]), indem er sich des für diese Untersuchung wunderbar trefflichen Goldchlorides bediente. Seine schönen Resultate sind von Kölliker und Engelmann zum grössten Theile bestätigt.

In geringer Entfernung vom Hornhautrande verlieren die markhaltigen Nervenfasern an einer Stelle scharf abgesetzt ihre Markscheide. Die Grenze, wo dies geschieht, ist keine constante (Cohnheim), oft liegt sie schon in den Eintrittsstämmchen, oft in Aesten 1., 2., ja 3. Ordnung, die daraus hervorgehen.

Die nun weiter verlaufenden Nerven setzen sich aus einer grösseren oder geringeren, meist sehr beträchtlichen Anzahl von sehr feinen, marklosen Nervenfasern zusammen. Diesen Bündeln markloser Fasern schliessen sich vereinzelt längs ovale Kerne an, welche aber nicht mit Bestimmtheit auf eine zusammenhängende Scheide bezogen werden können. Die einzelnen marklosen Fasern zeigen oft sehr schön ein varicöses Ansehen. Diese zahlreichen Fasern müssen offenbar durch eine Theilung der Axencylinder oder Auffaserung (Max Schultze) der letzteren entstanden sein.

Die beschriebenen, in's Hornhautgewebe vordringenden Fasern bilden dann durch vielfache Verästelung, Aneinanderlagerung und abermaliges Auseinanderweichen der in den Bündeln enthaltenen Fasern ein reichliches Geflecht (Fig. 390). In den tieferen Parthieen der Hornhaut ist dieses Geflecht weitmaschiger und aus stärkeren Nerven (Fig. 390) zusammengesetzt, gegen die äussere Oberfläche hin aber werden die Nerven immer feiner und die Maschen des Geflechtes immer kleiner (Fig. 390).

Der ganze Plexus nimmt vorzugsweise die äusseren zwei Dritttheile der Hornhautdicke bei Säugethieren in Anspruch. In die näher der Descemetischen Membran gelegenen Parthieen des Hornhautgewebes gelangen nur einzelne wenige Fasern, welche von den Randtheilen des innersten aus den stärksten Nerven gebildeten Theiles des vorderen Plexus nach hinten laufen. Kölliker will beim Kaninchen die feineren aus diesen Fasern hervorgehenden Aeste im horizontalen Verlauf längs der Descemetischen Membran und in geringer Entfernung von derselben verfolgt haben.

1) Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Cornea, p. 60.
2) Bindehaut der Hornhaut.
3) l. c.
4) Quarterly Journal of microscop. Science. 1863 July. p. 177.
5) l. c. 6) l. c.
7) Reichert und du Bois, Archiv 1866. p. 180.
8) l. c. p. 343.

An dem im vorderen Theile der Hornhaut befindlichen Plexus lassen sich mehrere Abtheilungen unterscheiden. Indem die stärkeren Nerven aus den hinteren Parthieen der Hornhaut im geneigten Verlaufe nach vorne ziehen, breiten sie sich mit feineren Verästelungen, die nun vorzugsweise parallel der

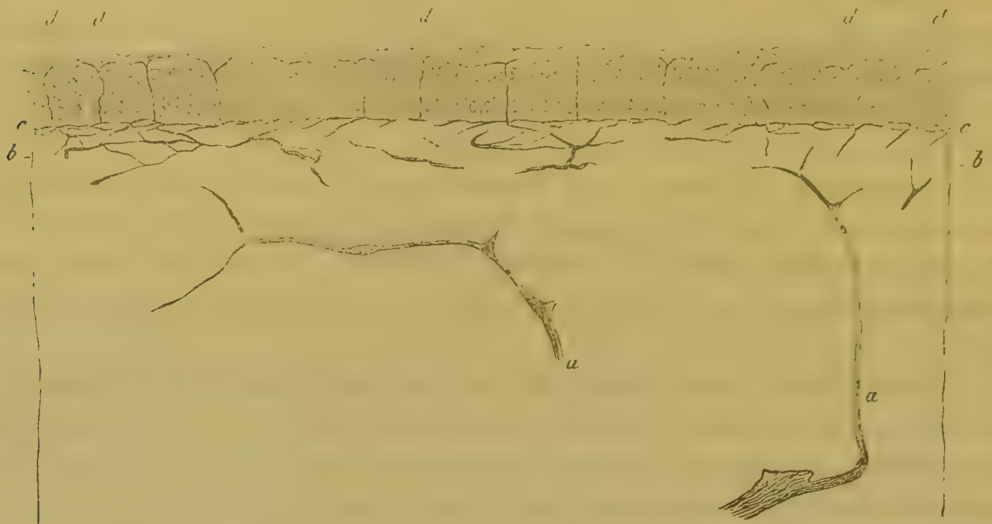


Fig. 390. Hornhautnerven vom Schwein auf einem Schnitt senkrecht zur Oberfläche einer mit Goldchlorid behandelten Hornhaut. *aa* grössere Nerven, *bb* Geflecht unter der vorderen Grenzschichte des Hornhautgewebes, *cc* subepitheliales Geflecht, *ddddd* die durch das Epithel aufsteigenden Endäste.

Hornhautfläche verlaufen, in einiger Entfernung von der Grenze zwischen Hornhautgewebe und äusserem Epithel (nach innen von der vorderen Grenzschichte) zu einem, regelmässige Maschenräume umschliessenden flächenhaften Plexus aus. Von diesem Geflechte treten nun senkrecht oder etwas geneigt verlaufende feine Zweige (Rami perforantes) bis an die Grenze des Hornhautgewebes und des vorderen Epithels hin, um hier unmittelbar unter dem letzteren pinselförmig (Meerschweinchen) (Cohnheim) oder sternförmig in eine Reihe von feineren Aestchen zu zerfallen, welche wieder ein äusserst zierliches, flächenhaft entwickeltes Geflecht, das subepitheliale Netz (Fig. 391) bilden. Erst von diesem dringen wieder in ziemlich regelmässigen Abständen feine Aestchen nach vorne zwischen die unteren langgestreckten Zellen und die darauf folgenden rundlichen Zellen des Epitheliums ein. Während dieses Verlaufes halten sie eine Richtung senkrecht zur Oberfläche ein. Erst wenn sie in die inneren Lagen der oberflächlichen, abgeplatteten Zellen eingetreten sind, geben sie nach allen Seiten geneigt feinste Endästchen ab, welche in der oberflächlichsten Epithelschichte, nachdem sie sich noch vorher einmal oder wiederholt getheilt haben, oft etwas angeschwollen endigen. Von der Oberfläche gesehen entsprechen die Enden der durch das Epithel aufsteigenden Fasern den Knoten, in welchen die von verschiedenen Richtungen herkommenden Endästchen sich vereinigen. Von einer Anastomose der verschiedenen solchen Knotenpunkten entsprechenden Endästchen konnte ich mich

nirgends überzeugen. Bei STRICKER wurde mir jüngst an der Hornhaut des Kaninchens ein von S. H. CHAPMAN zuerst dargestelltes, feines Geflecht gezeigt, von welchem sich die Genannten überzeugt haben, dass dasselbe auf der Oberfläche des äusseren Epithels auflag.

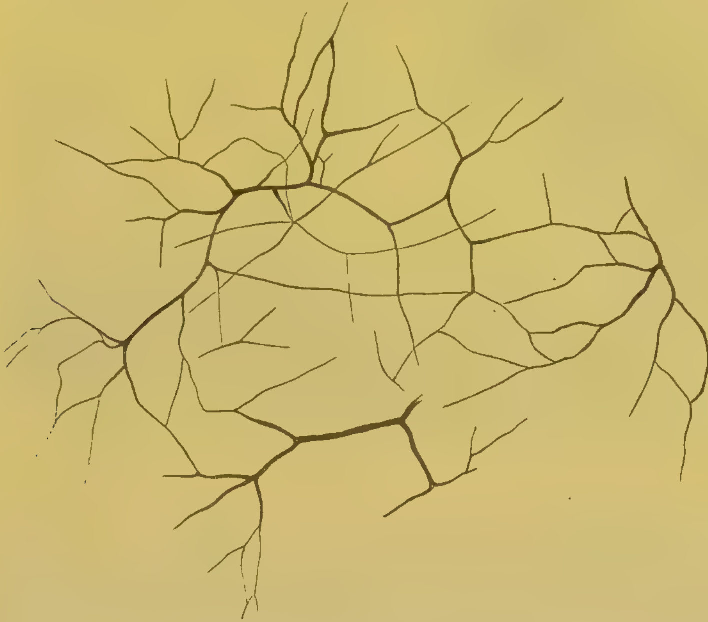


Fig. 391. Stück des subepithelialen Nervengeflechtes der Hornhaut des Schweines mit Goldchlorid dargestellt.

Die vorausgehenden Angaben stützen sich vorzugsweise auf die an Hornhäuten vom Schwein und vom Ochsen mit Goldchlorid gewonnenen Resultate. Sie wiederholen sich aber mit wenig Abweichungen bei den übrigen untersuchten Säugern.

Beim Frosch kann man die Hornhaut ebenfalls für die Anfertigung prächtiger Goldpräparate (Fig. 392) benutzen, die noch überdies den Vortheil haben, dass sie nach Entfernung des Epithels in toto unter das Mikroskop gebracht werden können, während die dicken Hornhäute der früher genannten Thiere nach der Imprägnation mit Gold und der eingetretenen Reduction in meridionale und Flächenschnitte zerlegt werden müssen.

An der Froschcornea haben KÜHNE [1]) und noch eingehender ENGELMANN [2]) die Nervenausbreitung auch an der ganz frisch in humor aqueus untersuchten Hornhaut verfolgt.

Aus markhaltigen Fasern (5—15 oder noch mehr) zusammengesetzte Stämmchen treten an 6—8 Stellen am Rande in die Cornea ein. Ausserdem gelangen daselbst noch an verschiedenen Stellen einzelne oder zu zweien gesellte markhaltige Nervenfasern hinein. Die Mehrzahl dieser Fasern läuft an-

1) Untersuchungen über das Protoplasma etc. p. 132.
2) l. c. p. 15.

fangs über 0,2—0,5 Mm. in gerader Richtung gegen das Hornhautcentrum, nur wenige biegen am Hornhautrande rechtwinklig von den Stämmchen ab, um anfangs parallel dem Rande und dann erst nach innen zu laufen.



Fig. 392. Stück einer vergoldeten Hornhaut vom Frosch — *nnnn* Nerven.

Durchschnittlich in geringer Entfernung vom Hornhautrande (0,3—0,5 Mm.) verlieren die Nerven ihr Mark und bilden nun, durch wiederholte dichotomische Theilung aufgelöst, ein reichliches weitmaschiges Geflecht, welches der hinteren Hornhautfläche näher liegt als der vorderen. Wahre Anastomosen sind in diesem Geflecht so wenig nachzuweisen, wie bei den Säugethieren. Scheiden sind sowohl an den markhaltigen als auch an den marklosenFasern durch längliche Kerne, welche der Nervenverbreitung folgen, angedeutet. Diese Kerne werden mit zunehmender Verästelung seltener und finden sich schliesslich nur noch in den Knotenpunkten des Geflechtes, die dadurch verdickt erscheinen. Es können so ganglienähnliche Bilder zu Stande kommen, wie sie in gleicher Weise auch an den Hornhautnerven von Säugethieren beobachtet werden. Aber weder beim Frosch noch bei Säugethieren hat man es mit wirklichen Ganglien in den Knoten des Nervengeflechtes zu thun.

Von dem erwähnten nahezu in einer Ebene befindlichen Geflecht der Froschhornhaut treten nun an vielen Stellen sehr feine Aeste ab, welche hinter und vor (bis etwa an die Grenze des vorderen Drittels) dem gröberen Geflechte eine dichte gitterartige Nervenausbreitung in der Substanz der Hornhaut bilden. Auch in diesem Gitter sind wirkliche Anastomosen zweifelhaft, in den Knoten der feinsten Bündel auch dieses Geflechtes finden sich noch hie und da Kerne angelagert, aber wieder keine gangliösen Anschwellungen. Die feinsten Fäden verlieren sich allmählich in dem Hornhautgewebe, ohne dass man im Stande wäre, über ihr Ende ein bestimmtes Urtheil zu gewinnen. Die beschriebene Nervenausbreitung hat ENGELMANN[1]

1) l. c. p. 17.

als Nervenausbreitung im eigentlichen Hornhautgewebe getrennt von den Nerven des Hornhautepithels [1]). Diese sind Zweige des früher beschriebenen grösseren Geflechtes, welche steil durch das Hornhautgewebe bis zum äusseren Epithel vordringen. Dazu gesellen sich einzelne feine marklose Fasern, welche direct vom Lateralrande nach vorne zum Epithel treten. 40—60 beträgt die Zahl aller dieser Nervenstämmchen in jeder Hornhaut. An der Grenze zwischen Hornhautgewebe und äusserem Epithel geben diese Nerven eine verschiedene Anzahl von Aesten ab, welche nach verschiedenen Richtungen hin parallel der Hornhautoberfläche verlaufen und schliesslich zum Theile ungetheilt, zum Theile nach wiederholten Theilungen zwischen die langen Zellen der tiefsten Lage des Epithels gelangen; so entsteht dort wieder ein dichtes Geflecht, aus welchem Endfäden zwischen die unterhalb der plattenförmigen Zellen liegenden Zellschichten des Epithels gelangen. Alles, was in der eben gegebenen Darstellung hervorgehoben wurde, bestätigen gelungene Goldpräparate auf das Schönste. Einen Durchtritt der Endfäden durch die ersteren habe ich bisher beim Frosche nicht beobachtet. Eine Verbindung aller der früher beschriebenen Hornhautnerven mit den Hornhautkörperchen (Kühne) kommt nicht vor (Engelmann).

Die feinen, geraden Striche, welche Lipmann [2]) zwischen feinsten Nervenfasern der Hornhaut und den nucleolis der Hornhautkörperchen auf Grund von Goldpräparaten zeichnet, ebenso die geraden Striche, welche von den nucleolis der Endothelzellen der Descemetischen Haut ausgehend gezeichnet werden, habe ich an einer grossen Anzahl äusserst gelungener Goldpräparate der Froschhornhaut immer vergebens gesucht. Ich muss vielmehr gerade auf Grund dieser Goldpräparate behaupten, dass man die feinsten Nervenfasern im Hornhautgewebe immer an den Hornhautkörperchen und ihren Ausläufern vorbeilaufen sieht, also eine Verbindung der Hornhautkörperchen mit Nerven daran nicht nachgewiesen werden kann.

Der Rand der Hornhaut (Hornhautfalz, Limbus corneae).

Dieser interessirt uns wegen der dort stattfindenden Uebergänge und Verbindungen der früher beschriebenen Hornhautschichten.

Das äussere Epithelium *aa'* Fig. 393 geht ohne Unterbrechung in das Epithel der Bindehaut *a' a''* Fig. 393 über. Man findet manchmal in sehr unrichtiger Weise das äussere Epithel zusammen mit der vorderen Grenzschichte des Hornhautgewebes (Lamina elastica anterior) als Conjunctiva corneae bezeichnet (z. B. bei Kölliker [3]). Die vordere Grenzschichte stimmt aber weder im Bau mit dem eigenthümlichen Stromagewebe der Conjunctiva bulbi überein, noch auch finden sich Faserübergänge zwischen beiden vor. Das Stroma der

1) l. c. p. 19.
2) Virchow's Archiv. Bd. 38. p. 218. Taf. VII, Fig. 1—6.
3) Handbuch. Leipzig 1867. p. 647.

Conjunctiva *kk* Fig. 393 endigt keilförmig zugeschärft zwischen dem Epithel und dem Hornhautgewebe. Das letztere *bb'* Fig. 393 geht in die Sclerotica *b'b''* über, und schieben sich beim Menschen die äusseren Theile der Sclera weiter in der Richtung gegen das Centrum corneae vor, als die mittleren und inneren, und die letzteren wieder mehr als die mittleren, so dass auf einem meridionalen Schnitt die Grenze, wo sich die durchsichtigere Hornhaut von der undurchsichtigeren Sclera scheidet, bogenförmig erscheint (Fig. 393). Es ist sehr schwer, über das eigentliche Verhältniss des Hornhautgewebes und des Bindegewebes der Sclerotica ins Reine zu kommen.

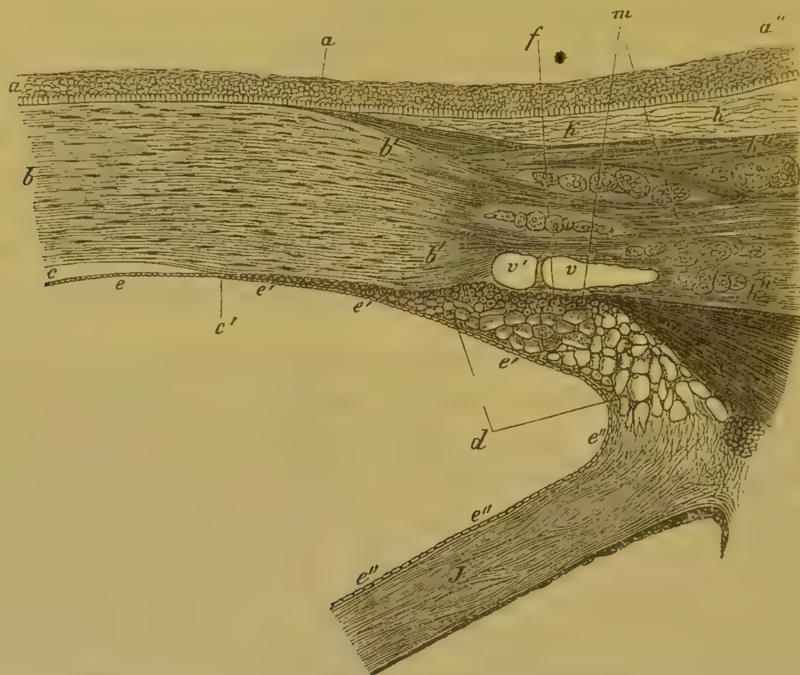


Fig. 393. Hornhautrand vom Menschen auf einem meridionalen Schnitte. *aa'* äusseres Epithel der Hornhaut, *a'a''* Epithel der Conjunctiva bulbi, *bb'b'* Hornhautgewebe, *b'b'b''b''* Sclerotica, *kk* Conjunctiva, *vv'* Schlemm'scher Canal, *cc'* Descemetische Haut, *d* Irisfortsatz, *J* Iris, *e* Endothel der Descemetischen Haut, *e'e'e'* des Ligamentum pectinatum Iridis, *e''e''e''* der Iris, *f* Balkengewebe des Fontana'schen Raumes, *m* Musculus ciliaris.

Anscheinend gehen die beiderlei Fasern auf Schnittpräparaten ohne Unterbrechung in einander über, und Aehnliches nimmt man auf Zupfpräparaten wahr. Bei der ungemeinen Feinheit sowohl der Cornea- als der Sclerotica-fibrillen ist diesem Befunde aber nicht allzusehr zu trauen. Es würde eben auch, wenn kein continuirlicher Uebergang stattfände, sehr schwer sein, die beiderlei Fasern aus einander zu bringen, und sich von ihren natürlichen Enden zu überzeugen.

Mir ist es wahrscheinlich, dass die Gewebe sich nur innig in einander schieben. Sprengt man durch Einstichinjection wie oben das Cornealgewebe bis an den Limbus und extrahirt die Injectionsmasse wieder, dann sieht man das in dünne Blätter auslaufende schwammig erscheinende Cornealgewebe und dünne Lagen dichten Scleroticalgewebes in einander geschoben.

Vorzüglich macht aber die chemische Verschiedenheit des Hornhautgewebes und Bindegewebes den directen Faserübergang unwahrscheinlich. Schnitte von in Essig gekochten und getrockneten Stücken der häutigen Kapsel des Augapfels, welche den Limbus corneae enthalten, eignen sich ganz vortrefflich zur Doppeltinction mit Carmin und Pikrinsäure (Schwarz [1]), und an solchen Präparaten kann man sich davon überzeugen, dass die Cornea sich gelb färbt, während die Sclerotica, wie alles Bindegewebe sich roth färbt. In der Cornea erscheinen nur die Körperchen roth.

Die Membrana Descemetii *cc'* Fig. 393 schärft sich an ihrer Grenze *c'* zu, und zwar geschieht dies beim Menschen schon in beträchtlicher Entfernung vom Winkel der vorderen Augenkammer. Sie hört aber an ihrem Rande nicht abgeschnitten auf, sondern steht im Zusammenhange mit eigenthümlichen Fasern (Henle [2]), die anfangs unregelmässig und mit verschlungenen Grenzen (Schwalbe [3]) verlaufen, nachdem sie sich aus der Descemetischen Membran mit breiteren oder schmäleren Ansätzen erhoben haben und schliesslich einen ringförmigen Gürtel am Rande der Descemetischen Membran darstellen (Iwanoff und Rollett [4]), welchem das allmählig auslaufende Ende der letzteren von anfangs noch aussen aufliegt. In diesen Grenzring (Schwalbe [5]) der Descemetischen Membran gehen die Irisfortsätze Fig. 393 *d* (Iwanoff und Rollett [6]) continuirlich über (Schwalbe [7]) und ebenso die vordersten Balken des den Fontana'schen Raum erfüllenden Netzes Fig. 393 *f*, kurz das sogenannte Ligamentum pectinatum Iridis Hueck's. So wie beim Menschen verhält sich dieser Uebergang auch beim Ochsen und beim Schweine. Beim Hunde dagegen fehlt der Grenzring der Descemetischen Haut und entwickeln sich die Irisfortsätze direct aus faserigen und mit ihren Basen eine mäandrische Zeichnung bildenden Zapfen der Descemetischen Membran (Schwalbe [8]).

Das Endothel der Descemetischen Haut steht ohne Unterbrechung im Zusammenhange mit dem Endothel der Irisfortsätze, ferner mit dem der vordersten Balken des Fontana'schen Raumes *e' e'* und durch dieses endlich mit dem der vorderen Fläche der Iris *e'' e''* Fig. 393 (Iwanoff und Rollett [9]), Schwalbe [10]).

---

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 55. 1. Abth. p. 676.
2) l. c. p. 607 und p. 626.
3) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. 6, p. 278.
4) Archiv für Ophthalmologie. Bd. XV, 1. p. 49.
5) l. c. 6) l. c. p. 19, 36 und 44. 7) l. c. p. 276—280. 8) l. c. p. 279. 9) l. c. p. 39—43 und 49. 10) l. c. p. 283.

VIII.

Conjunctiva und Sclerotica.

Zu dem vorliegenden Aufsatze lag mir ein Manuscript von STIEDA vor. Es war mir dieses schon vor etwa zwei Jahren eingeliefert worden, zu einer Zeit also, um welche der Autor mit dem Plane, nach welchem die speciellen Capitel abgehandelt werden sollen, noch nicht vertraut sein konnte. Zu spät erst habe ich in Erfahrung gebracht, dass die eingelieferte Abhandlung für unsere Zwecke viel zu enge gehalten sei. Ich habe daher, um das Erscheinen der letzten Lieferung nicht noch weiter hinaus zu schieben, die Erweiterung auf ein vielfaches Volumen selbständig vorgenommen. Ich war dabei zumeist nur Compilator.

Die Abbildungen sind nach Präparaten von E. KLEIN angefertigt worden, und im Uebrigen benutzte ich neben dem Manuscripte von STIEDA ein für diese Zwecke gearbeitetes Manuscript von E. KLEIN, die Handbücher von HENLE, KÖLLIKER, LEYDIG, die Monographie von E. BRÜCKE und die Abhandlungen von SCHMID und HELFREICH. Von den zuletzt genannten vier Autoren habe ich unter Anführungszeichen wörtlich abgeschrieben. Nur in Rücksicht auf die Nerven habe ich, mit den Händen eines Schülers bewaffnet, eigene Arbeit eingesetzt, welche, wie die Leser finden werden, fast resultatlos blieb.

S. Stricker.

An dem oberen und unteren Augenlide lassen sich je zwei Abtheilungen unterscheiden. Die eine, dem Lidrande nähere, ist durch eine feste Bandscheibe, Tarsus, gestützt, während die andere, dem knöchernen Rande der Orbita nähere Abtheilung einer solchen festen Stütze entbehrt. HENLE nannte die eine »Tarsaltheil«, die andere »Orbitaltheil«.

Jedes dieser Lider ist zusammengesetzt aus einer äusseren Hautplatte, einer inneren Schleimhautplatte und einer mittleren Schichte, in welcher sich die Muskelfasern des Orbiculus palpebrarum und der Tarsus befinden.

Die äussere Hautplatte ist eine Fortsetzung der Gesichtshaut, welche an dem freien Lidrande continuirlich in die hintere Schleimhautplatte übergeht. Diese letztere bekleidet das Lid nach innen bis an den knöchernen Rand der Orbita, biegt daselbst ab, um den Augapfel zu erreichen, auf dessen vorderem Abschnitte sie bis zu dem Cornealrande zu verfolgen ist.

So weit als diese Schleimhaut den Lidern anliegt, heisst sie Conjunctiva palpebrarum; die Umbeugungsstelle wird als Fornix conjunctivae bezeichnet;

der den Augapfel bekleidende Theil endlich wird Conjunctiva bulbi genannt. Am inneren Augenwinkel bildet die Conjunctiva bulbi eine Falte, Plica semilunaris, welche auch als Andeutung eines dritten Lides oder einer Nickhaut angesehen wird. Heinrich Müller hat in dieser Falte glatte Muskelfasern gefunden, und es werden daher auch diese als Rudimente eines Nickhautmuskels angesehen.

Bei den Haussäugethieren hat Leydig [1]), beim Elephanten Harrison die in der Nickhaut befindliche derbe Platte als aus ächten Knorpeln bestehend gefunden.

Bei den Batrachiern ist die Nickhaut durch ihre Structur und ihre optischen Verhältnisse besonders ausgezeichnet. Sie ist im frischen (lebenden) Zustande so durchsichtig, dass sie unmittelbar nach dem Ausschneiden, und in Kammerwasser oder Blutserum ausgebreitet, mit den stärksten Vergrösserungen untersucht werden kann. Trägt man zumal die dicken Ränder ab, so bleibt dann ein für starke Vergrösserungen besonders geeignetes, vollständig ebenes Stück übrig.

An einem solchen Präparate hat man Gelegenheit, Epithelien, Bindegewebe, Blutgefässe, Nerven und Drüsen frisch zu untersuchen. Vor Allem präsentiren sich hier die frischen Blutgefässe mit einer solchen Eleganz, wie es an keinem bis jetzt gekannten Organ erwachsener Thiere nach dessen Abtrennung vom lebenden Körper der Fall ist. Ferner hat man Gelegenheit, die einfachen flaschenförmigen Drüsen mit ihrem das äussere Epithel durchbohrenden Ausführungsgange in allen Tiefen durchzumustern. Endlich kann man markhaltige Nervenfasern einzeln oder zu Bündeln vereinigt in einem Zustande untersuchen, von dem sich aussagen lässt, dass er dem Leben wenigstens sehr nahe kommt.

Stricker hat vor mehreren Jahren an den capillaren Blutgefässen solcher Nickhäute freiwillige Contractionen beobachtet. Diese Beobachtung ist aber bis jetzt noch von Niemandem bestätigt worden.

Die Hautplatte, sowohl des oberen als auch des unteren Lides des Menschen, ist dünner als die Gesichtshaut, und auf ihrer Unterlage leicht verschiebbar. Die Epidermis besteht da aus einer nur schwachen Hornschicht und einem aus mehreren Lagen polyedrischer Zellen zusammengesetzten rete Malpighii. Das Corium besitzt beim Neugebornen nur wenige kleine unregelmässige, beim Erwachsenen deutlich ausgebildete Gefässschlingen haltende Papillen. Es besteht aus lockerem fibrillärem Bindegewebe, in dessen vorderen Lagen namentlich viele verästigte Zellen vorhanden sind, und ist übrigens arm an elastischen Fasern.

Das subcutane Gewebe besteht aus einem oberflächlichen dichteren und einem tieferen weniger dichten Fasergefüge. In den tieferen Lagen kommen in der Nähe des Orbitalrandes wenige Fettzellen vor.

1) Lehrbuch der Histologie 1857.

Die vordere Hautplatte setzt sich bis etwa zur Hälfte des circa 2 Mm. breiten Lidrandes fort; das rete Malpighii ist aber hier mächtiger und sind auch die Papillen des Coriums zahlreicher und mächtiger als an der vorderen Lidfläche.



Fig. 394. Senkrechter Durchschnitt durch das Lid eines neugeborenen Kindes. Vergr. HARTNACK. Oc. 3, Ob. 2. *a* Epithel des freien Lidrandes *b* Epithel der Conj. palpebrarum. *c* Epidermis der Lidhaut. *d* Portio Riolani. *e* Cilien. *f* Cutis. *g* Musc. sphincter orbic. *h* Meibom'sche Drüse. *i* Conjunctivalgewebe zwischen Meibom'scher Drüse und Epithel. *k* Ausführungsgang der Meibom'schen Drüse. *l* Haar-, *m* Talgdrüse. *n* Schweissdrüse.

Die Cutisplatten der Lider besitzen Haare und Drüsen.

Die Haare der vorderen Fläche sind beim neugeborenen Kinde grösser als beim erwachsenen Menschen, bei welchem sie nur spärlich vorkommen und sehr dünn und klein sind. Die Haartaschen und die dazu gehörigen Talgdrüsen wurzeln in der oberflächlichen dichteren Lage des subcutanen Gewebes.

Die Wimperhaare sind klein bogenförmig gekrümmt und sind der vorderen Hautplatte am Lidrande in zwei bis vier Reihen eingefügt. Ihre circuläre Muskellage ist sehr stark entwickelt, besonders in den unteren Theilen der Haartasche. In den Hals der Haartasche mündet jederseits eine Talgdrüse.

Die Lebensdauer der Cilien ist nach den Untersuchungen MOLL's etwa 100 Tage. In Folge eines offenbar raschen Haarwechsels findet man an den Lidrändern zumeist mehrere Entwickelungsstadien.

Ausser dem Wechsel der Haare, welcher in der gewöhnlichen, p. 610, geschilderten Weise vor sich geht, findet auch eine Bildung neuer Haare,

unabhängig von bereits bestehenden Haartaschen statt durch directes Hineinwachsen des rete Malpighii.

Die Schweissdrüsen an der vorderen Hautplatte sind kleine rundliche Körper, welche aus einem zum Knäuel gewundenen Canal gebildet sind; an dem Knäuel steigt ein kurzer Ausführungsgang ziemlich gerade in die Höhe und mündet, die dünne Epidermisschicht durchbohrend, aus. Da die Epidermis sehr dünn ist, so ist ein korkenzieherförmiger Verlauf des Ausführungsganges hier kaum wahrnehmbar.

Im unteren Abschnitt der vorderen Schicht sind die Schweissdrüsen von ganz abweichender Form. Jede Drüse erscheint als ein cylinderförmiger Canal, welcher blind anfangend, leicht geschlängelt verläuft. Während die anderen Drüsen senkrecht zur Fläche der Haut stehen, daher bei der Dünnheit der vorderen Lamelle nur äusserst klein sein können, sind die erwähnten Drüsen des unteren Abschnittes beträchtlich grösser. Sie verlaufen der Oberfläche der Haut parallel; ihr blindes Ende befindet sich zwischen der vorderen und mittleren Lamelle weit oben, der Ausführungsgang der Drüse unten nahe dem Lidrand. Der Drüsenschlauch zeigt auf Querschnitten ein kreisförmiges Lumen, besitzt eine bindegewebige Hülle, zuweilen mit Längszügen glatter Muskelfasern, und ist von einer Zellenschicht ausgekleidet. Es sind diese Zellen eine Fortsetzung des rete Malpighii; etwas tiefer werden sie durch cylindrische Zellen abgelöst, welche beim Neugebornen bis an den Grund reichen, beim erwachsenen Menschen aber in den tiefsten bis in die weniger dichte Lage des subcutanen Gewebes hineinreichenden Abschnitten durch cubische Zellen ersetzt werden; zuweilen enthalten diese ein gelbbräunliches Pigment. In der Nähe der Mündung verengert sich der Canal und mündet dann trichterförmig gewöhnlich in den Balg eines Wimperhaares, selten daneben isolirt. Die Zellenauskleidung des Schlauches geht allmählig in die Zellen der Oberhaut über. — Es ist diese Abart der Schweissdrüsen zuerst von MOLL [1]) näher beschrieben worden.

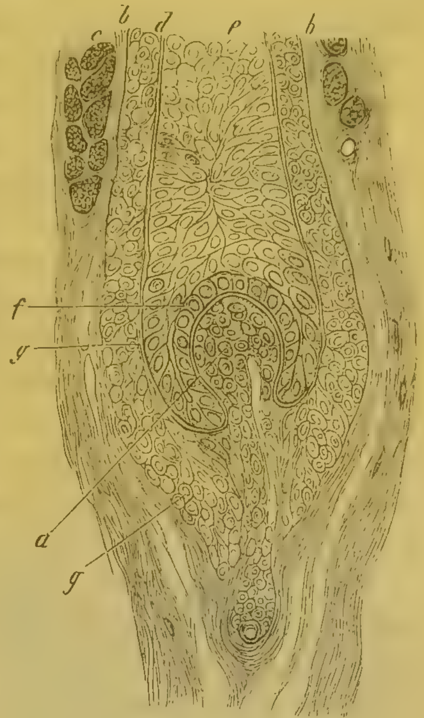


Fig. 395. Längsschnitt durch die Wurzel einer Cilie vom Neugebornen. Vergr. HARTNACK. Oc. 3, Obj. 7. *a* Papille des Haares. *b* Längsfaserhaut d. Haarbalges. *c* Quergestreifte Muskel. *d* Glashaut des Haarbalges. *e* Zellen d. äusseren Wurzelscheide. *f* Lage von Zellen, welche die Glashaut der Papille bedecken. *g* Circulare Muskelhaut des Haarbalges.

Die Bindegewebsbündel des tieferen lockeren Abschnittes des subcutanen

1) Bydragen tot de nat. der oagleden. Utrecht 1857.

Gewebes bilden, durch Kreuzung mit den Bindegewebsbalken des analogen Abschnittes des submucösen Gewebes, ein ungefähr in der Mitte des Lides liegendes Maschenwerk, in dessen Lücken die Bündel des dem Lidrande parallel verlaufenden Musculus sphincter orbicularis eingebettet sind. Dieselben sind über einander gestellt und erstrecken sich vom Orbitalrande gegen den freien Lidrand, so zwar, dass die letzten für das untere Augenlid obersten, für das obere Lid untersten Bündel sich zwischen die Wurzel der vordersten Cilien und die die vordere Lidfläche bekleidende Haut einschieben.

Von diesen letzten Bündeln zweigen sich einzelne Fasern ab, um theils zwischen die Cilien, theils gegen die vordere Lidkante vorzudringen.

Ausser diesem Muskel besitzt das Lid noch den quergestreiften sogen. Ciliaris Riolani. Derselbe besteht fast immer aus zwei Portionen, welche beide parallel und nahe dem Lidrande verlaufen.

Die grössere Portion desselben — eigentlich ein grosses Bündel — liegt zwischen der hintersten Cilie und dem Ausführungsgange der Meibom'schen Drüsen, während die kleinere Portion aus 3—5 kleineren Bündelchen bestehend — nächst der hinteren Lidkante zwischen der Mucosa der Conjunctiva und dem Halse des Ausführungsganges der Meibom'schen Drüsen eingebettet ist.

Das Maschenwerk, welches die Bündel dieser beiden Portionen durchzieht, und in dessen Lücken je eine quergestreifte Muskelfaser liegt, ist beim Neugebornen ein sehr zierliches Netzwerk verästigter kernhaltiger Zellen.

Die Meibom'schen Drüsen sind in der Zahl von 30—40 im oberen, 20—30 im unteren Augenlid vorhanden. Sie sind eingelagert in eine feste, zwischen der mittleren und hinteren Schichte befindliche Masse, welche durch Präparation von den übrigen Theilen getrennt werden kann und Augenlidknorpel — Tarsus — genannt zu werden pflegt. Auf Schnitten zeigt sich, dass der sogenannte Tarsus continuirlich mit dem bindegewebigen Substrat der mittleren und hinteren Schichte zusammenhängt, und sich nur durch besondere Anordnung und Aussehen des ihn bildenden Gewebes von der Umgebung unterscheidet. Das Gewebe des Tarsus besteht aus mehr oder weniger regelmässig verlaufenden Bindegewebszügen, deren Fasern breiter, glänzender und resistenter gegen Reagentien als die des fibrillären Bindegewebes sind. In der nächsten Umgebung der Drüsen laufen die Züge horizontal von vorn nach hinten, umziehen dabei in grösseren oder kleineren Bögen die einzelnen Acini, sie gleichsam umspinnend; hie und da verlaufen einzelne Fasern schräg, einander kreuzend. In der Nähe der Muskelschicht einerseits und der Bindehaut andererseits nehmen die Züge eine ganz entgegengesetzte Richtung an; sie laufen nämlich der Oberfläche des Lides parallel, der flächenhaften Ausdehnung des Lides entsprechend gerade von oben nach unten. Zwischen den Fasern oder den einzelnen anliegend liegen zerstreut, nicht gerade zahlreich, längliche an den Enden zugespitzte Kerne. Knorpelzellen sind daselbst bis jetzt nicht gefunden worden. — Der Ueber-

gang des Tarsalbindegewebes in das Bindegewebe der anstossenden Schicht geschieht allmählig, indem gewöhnlich fibrilläres Bindegewebe den starren Fasern des Tarsus Platz macht.

Die Meibom'schen Drüsen sind reihenweise parallel zur Oberfläche eingebettet, und zwar so, dass sie mit ihrem Ausführungsgange am freien Lidrande nahe der hinteren Lidkante münden, mit ihrem Grunde jedoch die Grenze zwischen der Conjunctiva palpebrae und Fornix conjunct. nicht ganz erreichen. Eine jede Meibom'sche Drüse besteht aus einem relativ weiten Ausführungsgange, der nach allen Seiten kurze kolbig aufgetriebene Acini aufsitzen hat. Der Ausführungsgang ist nächst der trichterförmigen Mündung am engsten, — Hals des Ausführungsganges, — und zeigt gegen den Grund der Drüse zu mehrfache Erweiterungen, Acini. Jeder Acinus ist ein kugel- oder eiförmiges Gebilde, das bis an den Ausführungsgang von Zellen erfüllt erscheint. Es giebt viele Stellen an einer Drüse, wo zwei oder drei enge beisammen liegende Acini nicht selbständig in den Hauptausführungsgang einmünden, sondern ihre Nebenausführungsgänge vereinigen sich zu einem gemeinschaftlichen Gange, der als solcher erst in den Hauptausführungsgang einmündet. In diesem Falle erscheint der Hauptausführungsgang bedeutend erweitert.

Das Epithel des Hauptausführungsganges ist ein geschichtetes Pflasterepithel und besteht zu oberst aus einer oder zwei Reihen abgeplatteter, mit oblongen Kernen versehener Zellen, darauf folgt eine Reihe, oder es folgen zwei Reihen polyedrischer, mit rundlichen Kernen versehener Zellen, und endlich liegt der Membrana propria zunächst eine Reihe schief gestellter, im frischen Zustande granulirter, in Carmin und Chlorgold sich stark tingirender cylindrischer oder cubischer zelliger Gebilde an.



Fig. 396. Längsschnitt durch einen Theil der Meibom'schen Drüse von Neugebornen. Vergrösser. Hartnack. Ocul. 3, Obj. 8. *a* Ausführungsgang. *b* Acini. *c* Geschichtetes Epithel des Ausführungsganges. *d* Lage cubischer Epithelzellen, welche die Propria bekleiden. *e* Fetthaltige Epithelzellen der Acini.

In den Nebenausführungsgang der einzelnen Acini setzt sich die unterste aus cubischen oder cylindrischen, und die oberste aus abgeplatteten Zellen bestehende Lage fort. An jedem Acinus unterscheiden wir eine Membrana propria, welche zuweilen structurlos, zuweilen (an Chlorgoldpräparaten) mit Netzen platter verästigter Gebilde versehen erscheint. Die Membrana propria wird von einer Lage granulirter cubischer oder kurzcylindrischer Zellen bekleidet, welche sich leicht und stark tingiren und im Innern rundliche Kerne tragen.

Diese Zellenlage erweist sich als directe Fortsetzung der tiefsten Zellenlage des Ausführungsganges. Das Innere des Acinus ist erfüllt mit scharf begrenzten, gegen einander abgeplatteten Gebilden, die gegen das Innere des Acinus an Grösse zunehmen, im frischen Zustande mit einer stark lichtbrechenden Substanz (Fett) gleichmässig erfüllt erscheinen. Untersucht man diese Gebilde an Präparaten, die vorher in absolutem Alkohol und Nelkenöl gelegen hatten und in Damarfirniss eingeschlossen sind, so zeigt jedes der erwähnten Gebilde einen scharf begrenzten Kern und in einzelnen Fällen auch noch im Innern ein äusserst zartes feines Netzwerk.

Nahe dem Fornix der Conjunctiva liegen in dem als Tarsus bezeichneten Abschnitte des submucösen Gewebes ausserdem wahrscheinlich Schleim secernirende Drüsenschläuche, die ausserordentlich stark geschlängelt sind.



Fig. 397. Durchschnitt durch jenen Theil des Tarsus, in welchem die schlauchförmigen Drüsen liegen. Vergr. Hartnack. Ocul. 3, Obj. 8. Chlorgoldpräparat. *a* Zellennetze des Tarsus. *b* Schlauchförmige Drüsen. *c* Epithel der Drüsenschläuche.

Der Drüsenschlauch wird von einer Membrana propria begrenzt, welcher im Allgemeinen nur eine Reihe cylindrischer granulirter Zellen anliegt. Zuweilen scheinen zwei Reihen kleiner pflasterförmiger Zellen da zu sein. Der kurze Ausführungsgang der Drüse, der denselben Bau zeigt, durchbohrt in schiefer Richtung die Conjunctivalschleimhaut, um in den Conjunctivalsack auszumünden.

Es dürften diese Drüsen den von Krause und Sappey an der Uebergangsstelle der Conjunctiva palpebrarum in den Fornix beschriebenen traubenförmigen Schleimdrüsen entsprechen.

Die hintere Schicht, die Bindehaut erscheint im frischen Zustande leicht geröthet, sammetartig; sie ist nicht überall gleich dicht, sondern nimmt vom Lidrand allmählig an Mächtigkeit zu und verdünnt sich beim Uebergang auf den Augapfel abermals. Die Bindehaut ist nicht glatt, sondern durch rinnenartige Vertiefungen nach allen Richtungen durchfurcht und durchsetzt. Die bald tief, bald flach, bald gerade, bald schräg in das Gewebe der Bindehaut eindringenden Rinnen und Furchen kreuzen einander und theilen somit dasselbe in eine Anzahl unregelmässiger verschieden gestalteter Inseln, welche von den Autoren als Papillen oder papillenartige Erhebungen beschrieben werden. Mitunter bilden die Furchen kein überall zusammenhängendes Netz, sondern erscheinen völlig isolirt von einander unter der Form von rinnen-

artigen oder grubenartigen Vertiefungen. Nahe dem Lidrand sind die Furchen zahlreich, aber flach, weiter nach oben werden sie tiefer und an der Uebergangsfalte gehen sie ohne scharfe Grenze über in die hier befindlichen Vertiefungen zwischen den Längsfalten, welche diesem Abschnitte der Bindehaut das faltige Ansehen geben.

Es kommen aber ausserdem auch wirkliche Papillen vor. Beim neugebornen Kinde sind nur in der Nähe des Fornix conjunctivae gefässhaltige Papillen anzutreffen. Anders ist dies Verhältniss beim Erwachsenen. Da finden sich schon nahe dem Lidrande vereinzelte kleine Papillen, die gegen den Fornix an Höhe und Breite zunehmen. Wo die Conjunctiva des Lides keine Papillen besitzt, liegen die dichten Netze ausserordentlich weiter Blutgefässcapillaren nächst dem Epithel der Fläche nach ausgebreitet, da wo sich aber Papillen finden, erhebt sich aus dem oberflächlichen Gefässnetze für je eine Papille je eine Schlinge.

Das Epithelium der Conjunctiva ist geschichtet, an der hinteren Hälfte des freien Lidrandes ist es am stärksten ausgebildet, von der hinteren Lidkante rasch an Dicke abnimmt, und an der hinteren Lidfläche nur aus einer obersten Lage stark abgeplatteter, je einen zusammengedrückten oblongen Kern besitzender Zellen, dann zwei oder drei mittleren Lagen polyedrischer und einer tiefsten Lage cylindrischer Zellen besteht.

Die sehr zarte und dünne Conjunctivalschleimhaut des Lides besteht aus einer lockeren bindegewebigen Grundlage, in welcher nur spärliche elastische Fasern angetroffen werden.

Dagegen ist die Schleimhaut ausserordentlich reich an verästigten Zellen, welche namentlich unter dem Epithel ein schönes Netzwerk darstellen.

Ich entnehme einer vor Kurzem erschienenen Abhandlung von Schmid »Lymphfollikel der Bindehaut des Auges« folgende Angaben über diese in dem Citate genannten Gebilde.[1]) Bruch beschrieb zuerst in einem Anhange zur Erläuterung der Peyer'schen Plaques im Dünndarme ähnliche Gebilde auf der Conjunctiva des unteren Augenlides des Ochsen. Er bezeichnet sie als geschlossene makroskopisch sichtbare Bälge, durch deren Pulpa sich ein Capillargefässnetz verbreitet. Man nannte diese Bälge Bruch'sche Haufen. Stromeyer beschrieb geschlossene Follikel bei den Hausthieren und den Thieren des Waldes. Die Follikel sollen besonders im inneren Augenwinkel und unter der Membrana nictitans sitzen, am oberen Lide aber vorzugsweise entwickelt sein. Er erklärte sie für pathologische Gebilde wegen der Unregelmässigkeit und Inconstanz ihres Vorkommens, wegen der durch sie entstehenden Rauhigkeit, und der durch sie bedingten krankhaften Erscheinungen, wie z. B. der Injection, die selbst auf die Gefässe des Bulbus übergehe. Henle bezeichnete sie als Trachomdrüsen. W. Krause fand Lymphfollikel auch beim Kaninchen,

1) Braumüller, Wien 1870. In diesem Hefte ist auch die einschlägige Literatur nachzusehen.

Fuchse und bei Vögeln. Er betonte zuerst ein constantes Vorkommen und erklärte sie für physiologische Gebilde.

Kleinschmidt fand solche Follikel beim Menschen und bei den Haussäugethieren.

Huguenin (unter Leitung Frey's) sprach sich im ähnlichen Sinne aus. Er fand die Maschen des Bindegewebsnetzes in der Peripherie der Follikel enger, unregelmässig, die Trabekel dicker, im Centrum hingegen die Maschenräume grösser, die Trabekel dünner. Das zwischen den Follikeln liegende Gewebe sei von Lymphzellen durchsetzt. In diesem Gewebe treten Lymphbahnen auf in Form von länglichen, ovalen Lücken ohne Spur von Gefässwand. Die Blutgefässinjectionen zeigten reichliches Astsystem in der interfolliculären Substanz; die Follikel sind von arteriellen Gefässen umzogen, die Follikelkappen gefässarm.

Blumberg (unter Stieda's Leitung) giebt an, dass beim Schweine die Schleimhaut der Conjunctiva mit Ausnahme des Tarsaltheiles aus adenoidem Gewebe bestehe und Trachomfollikel besitze; sie fehlten aber bei jungen Schweinen. Beim Hunde sei das Grundgewebe der Schleimhaut, sowie das des Conjunctivalblindsackes adenoides Gewebe; an der Tarsalbindehaut habe das reticuläre Gewebe nur spärlich Lymphzellen. In der Schleimhaut der Nickhaut zahlreiche Trachomfollikel, oft auch an der äusseren Fläche derselben, am Tarsus dagegen fänden sich nur zuweilen Trachomfollikel in grosser Anzahl; an der Uebergangsfalte lägen Trachomfollikel mit sichtbarem allmähligem Uebergange des adenoiden Gewebes in die Substanz derselben; in der Conjunctiva bulbi seien oft Trachomfollikel. Bei neugebornen Hunden fände man weder adenoides Gewebe noch Trachomfollikel. Aehnlich sollen die Verhältnisse sein bei Kaninchen, Pferd und Rind; bei der Katze hingegen soll die Grundsubstanz aus fibrillärem Bindegewebe bestehen und sollen keine Trachomfollikel vorkommen. Endlich erklärt auch noch Wolfring gleich Stromeyer und Blumberg die Lymphfollikel der Bindehaut für pathologische Gebilde.

Schmid hat nun seine Untersuchungen angestellt an Hunden, Schweinen, Schafen und Kindern in verschiedenen Lebensaltern, beginnend von der ersten Woche des Lebens, dann an Katzen, Ratten und Fischottern im erwachsenen Zustande. Er fand, dass die Follikel bei den genannten Thieren hauptsächlich auftreten, einmal am inneren Augenwinkel und an dem Uebergangswinkel der Conjunctiva des dritten Lides auf den Bulbus. Um die Follikel makroskopisch deutlich erkennbar zu machen, setzte er die Organe durch einige Stunden der Wirkung einer halbprocentigen Salzsäurelösung aus.

An Thieren aus der ersten Lebenswoche konnte er keine Follikel auffinden. Das Gewebe der Conjunctiva palpebrarum und Uebergangsfalte ist ein diffus adenoides; die Conjunctiva bulbi participirt nur mit einem relativ sehr kleinen Theile am Uebergangswinkel an dieser Gewebsform.

In der zweiten Lebenswoche findet man stellenweise grösseren Gefässreichthum und reichere Zellenanhäufung. Bindegewebszüge in besonderer Anordnung mit stärkeren Blutgefässen umschliessen diese Stellen, deren äussere Formen nun noch mehr hervorgehoben werden durch Einkerbungen der Epithelfläche oder des submucösen Gewebes. Am Ende der dritten Lebenswoche ist der Follikel geformt.

Die von Schmid geschilderten Structurverhältnisse zeigen, dass wir es hier in der That mit Gebilden zu thun haben, welche den Lymphfollikeln durchaus ähnlich sind.

Es erübrigt daraus nur hervorzuheben, was über die Lymphbahnen gesagt wird. Schmid hat die Injectionen mit der Handspritze mittelst Einstich ausgeführt. Als geeignet zum Einstich empfiehlt er die nächste Nähe des Limbus.

In der ganzen Conjunctiva fand er, wie dieses Teichmann schon von dem Limbus conjunctivae des Menschen gezeigt hat, ein oberflächliches und ein tiefer liegendes Netz von Lymphbahnen, welche durch vielfache Anastomosen mit einander verbunden sind. Die Lymphbahnen des Limbus conjunctivae sind mit denen der übrigen Conjunctiva nur durch spärliche Anastomosen verbunden. Das oberflächliche Netz stellt sich durch schmälere feinere Bahnen dar, die eine sehr gleichmässige Begrenzung haben. Häufig sieht man von ihnen seitliche, blind endende, bald mehr zugespitzte, bald relativ breitere, kurze Ausläufer ausgehen. Die tiefer liegenden Bahnen sind dagegen breiter, mit mehr unebener Begrenzung, und bieten häufig die charakteristischen Klappenstellen dar. Im Allgemeinen liess sich constatiren, dass der Limbus conjunctivae ein sehr feinmaschiges Netz darbietet, die Anastomosen besonders der oberflächlichen Schichte des Bulbus weitere, dagegen die Uebergangsfalte, sowie auch die Lider wieder dichtere reichliche Anastomosen darbieten.

Die Conjunctiva schlägt sich vom Lide auf die vordere Fläche des Bulbus als dünne, durch sehr lockeres Gewebe an die Umgebung angeheftete Membran um und bildet dadurch den als Fornix conjunctivae bekannten Abschnitt. Das Epithelium, das diesen Theil des Conjunctivalsackes bekleidet, ist in vieler Beziehung verschieden von dem Epithel der Lidbindehaut. Es besteht aus 2—4 Schichten; die obersten Zellen sind kegelförmig, mehr cylindrisch, während die darauf folgenden Schichten aus polyedrischen oder rundlichen kleinen Zellen zusammengesetzt sind. Die Schleimhaut besitzt keine ausgesprochenen Papillen und unterscheidet sich nur wenig von der des Lidtheiles; sie ist reich an elastischen Fasern, ebenso an verästigten Zellen und oberflächlichen Netzen weiter Capillargefässe.

Für die Conjunctiva bulbi ist nur hervorzuheben, dass sie mit einem geschichteten Pflasterepithelium bedeckt ist, das aus denselben Schichten besteht, wie das Epithelium des freien Lidrandes; die Oberfläche der Schleimhaut ist nicht glatt, sondern zeigt vereinzelte gut ausgebildete Papillen, die

gegen die Cornea zu an Grösse und Zahl abnehmen, und in der nächsten Nähe derselben ganz aufhören. Auch das Epithelem nimmt gegen den Cornealrand an Dicke ab, erreicht am Cornealrand selbst seine geringste Dicke, um von da angefangen wieder mächtiger zu werden.

Das Epithel der Cornea ist eine directe Fortsetzung des Epithels der Conjunctiva bulbi, man kann jedoch als Unterschied zwischen beiden Folgendes angeben. Die Epithelzellen der tiefsten und mittleren Schichten sind an der Cornea schärfer abgegrenzt als an der Conj. bulbi und zugleich durchsichtiger. Bei vielen Thieren besitzen die Epithelzellen der genannten Schichte der Conjunctiva bulbi nächst dem Cornealrande im Kerne und im Zellenleibe dunkle Pigmentkörnchen.

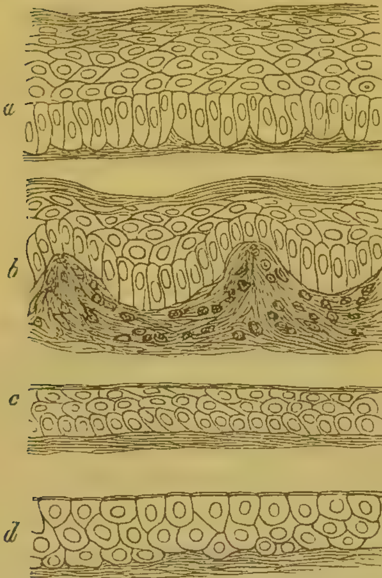


Fig. 398. *a* Epithel der Conjunctiva des Lidrandes. *b* Epithel der Conjunctiva bulbi. *c* Epithel der Conjunctiva palpebrarum. *d* Epithel des Fornix conj. Sämmtlich aus Querdurchschnitten von Chlorgoldpräparaten. Vergrösser. Hartnack. Ocul. 3, Obj. 8.

Ueber die Nerven der Conjunctiva liegt uns eine Arbeit von Helfreich[1]) vor, aus welcher folgendes Excerpt den Stand der Frage erläutern soll.

»Die ersten Mittheilungen über die nähere Verlaufsweise der conjunctivalen Nerven verdanken wir W. Krause[2]). Nach seiner Beschreibung sollten die zur Conjunctiva tretenden Nerven nach mehrfacher Geflechtbildung und Austauschung von Fasern allmählig in die oberen Schichten der Propria vordringen, schliesslich in eigenthümliche Endorgane auslaufen, die er Endkolben nannte, und an denen er eine bindegewebige Hülle mit Kernen, einen Innenkolben von feingranulirter, mattglänzender Substanz und in der Mitte desselben eine blasse Terminalfaser mit etwas kolbig verdicktem Ende unterschied. Krause gelang es jedoch, ausser beim Menschen, nur noch bei einzelnen Thieren, wie beim Pferd, Rind, Schaf und Schwein diese Endapparate aufzufinden, und auch bei diesen Thieren zeigte sich ihre Zahl verhältnissmässig gering und ihre Vertheilung in hohem Grade ungleich und ungeregelt. Er gab an, wie mitunter auf längeren Strecken nicht ein einziger dieser Endapparate gefunden werden könne, während an anderen Stellen, an die strahlenförmige Ausbreitung weniger Fasern sich anschliessend, eine dichte Zusammenhäufung derselben sich ergebe. Directe Zählungen wurden von ihm der besonderen Schwierigkeiten wegen nicht angestellt, doch sprach er sich nach einer Abschätzung ihrer

1) Würzburg 1869.
2) Ueber terminale Körperchen. 1860.

Menge dahin aus, dass bei den verschiedenen Thieren, wie beim Menschen, die Zahl der in der Bindehaut vorhandenen Endkolben die gleiche sein dürfte, und dass mithin eine auffällig geringere Summe nervöser Endapparate in der Conjunctiva sich finde, wie in der Haut der letzten Fingerglieder. Die Form der Endkolben zeige sich beim Menschen wie bei den verschiedenen Thieren verschieden; bei ersterem wie beim Affen sei sie rundlich, fast kugelig, bei anderen Thieren habe sie im Allgemeinen eine mehr länglich ovale bis ausgeprägt cylindrische Begrenzung; dabei stellten sich die Kolben entweder gerade gestreckt oder leicht gebogen dar. Bezüglich ihrer Dimensionen gab er an, dass sie gewöhnlich im geraden Verhältnisse zur Grösse des Thieres stünden, mit dem Körperumfange also etwas zunähmen, während sie bei sehr jungen Thieren zwar dieselbe Beschaffenheit wie bei erwachsenen, aber eine etwas geringere Ausdehnung besässen. Ihren feineren Bau anlangend, so bestünde die Hülle der Endkolben aus zartem Bindegewebe, in welches das Neurilemm der eintretenden doppeltcontourirten Faser sich fortsetze, und in welcher vielfach Kerne von meist länglicher Gestalt eingelagert seien. Der Innenkolben, der Hauptbestandtheil des ganzen Organes, sei von feinkörniger Beschaffenheit und in dessen Masse die Terminalfaser eingebettet, die das Ende der doppeltcontourirten Fibrille darstelle; an ihrem vorderen Theile zeige sie eine leichte, knopfförmige Anschwellung und erreiche gewöhnlich schon vor der vorderen Begrenzung des Innenkolbens ihr Ende. Beim Menschen findet sich gewöhnlich eine Mehrzahl von Terminalfasern in der Innensubstanz des Kolbens, die zugleich etwas gewunden verliefen und in den meisten Fällen aus einer einzigen zutretenden Faser entstünden.

Die auf Grund dieser Beobachtungen gestützte Behauptung Krause's, dass in diesen Endkolben die einzigen Endigungen der conjunctivalen Nerven gegeben seien, fand energischen Widerspruch durch J. Arnold[1], der einmal die Krause'schen Endkolben nicht für präexistent, sondern für Kunstprodukte erklärte und ihre Entstehung dem von Krause angewandten Verfahren zuschrieb, zugleich aber ein blasses Netz von Nervenfasern, in den höheren Gewebsschichten gelegen, als die wirklichen Endigungen der Nerven bezeichnete. Krause habe dieses Netz in Folge seiner Methode, die sich der Maceration der Präparate in Essig oder zur Aufhellung des Kalis bediente, nicht zu Gesicht bekommen können, indem das erste Reagens die oberflächliche Schicht der Schleimhaut zerstöre, das zweite aber alle Theile so durchsichtig mache, dass diese blassen Fasern nicht wahrgenommen werden könnten. Die von Krause beschriebenen Endkolben sollten durch Zerreissung der doppeltcontourirten Fasern entstehen, die theils schon durch die Präparation, weiterhin aber durch die von Krause angewendeten Reagentien hervorgerufen werde, wonach ein Austritt von Myelin statthabe und die zerrissenen Fasern sich aufrollten. Beides täusche die Innenkolben vor, das

1) Virchow's Archiv. Bd. XXVI.

Neurilemm der zerrissenen Fasern aber die Bindegewebshülle der Endkolben, und die Terminalfaser endlich werde durch den übrig gebliebenen Achsencylinder dargestellt. Allenthalben liesse sich die jenseitige Fortsetzung der Faser wieder auffinden, und ebenso sei es eine leichte Mühe, an der Peripherie der sogenannten Endkolben Zipfel und Fragmente der Nervenscheide zu entdecken.

Die Einwürfe Arnold's haben in Lüdden und Frey Gegner gefunden, welche wieder das Vorhandensein der Endkolben als sicher gestellt angeben.

Helfreich giebt nun aus seinen eigenen Untersuchungen folgendes Detail an.

Die Eintrittsstellen der für die Conjunctiva bestimmten Nerven sind der innere und äussere Augenwinkel, von wo aus dann in mehr oder weniger bogenförmigem Verlaufe die einzelnen Aeste von den Hauptstämmen sich abzweigen. Dabei ist es jedoch vor Allem der an der inneren Commissur zur Bindehaut tretende Stamm, der die Hauptmasse der Fasern enthält, und in Folge dessen durch seine Mächtigkeit und eine weitaus grössere Anzahl von Aesten sich auszeichnet. Diesen Typus der Nervertheilung konnte er bei allen von ihm untersuchten Präparaten der verschiedenen Thiere constatiren, und weniger belangreiche Differenzen, bei einzelnen z. B. ein mehr nach innen oben stattfindender Eintritt des medialen Hauptstammes, werden nur beiläufig erwähnt. Durch die an den beiden Hauptstämmen rasch eintretende Theilung und Verästelung entsteht namentlich innen ein dichter, zierlicher Plexus, der bei den schwächeren Zweigen auch noch mit einem gegenseitigen Austausche einzelner Fasern verbunden ist. Die Hauptmasse der diesen Plexus constituirenden Aeste strebt nach der vorderen Hälfte des Bindehautsackes, zu dem Lidtheile desselben, während der Fornix nur ganz wenige, kleine Zweige und das viscerale Blatt desselben nur überhaupt den dritten bis vierten Theil der eintretenden Nerven erhält. Wie schon oben bemerkt wurde, ist die Zahl der an der inneren Commissur des Bindehautsackes zutretenden Nerven eine weit grössere als an der äusseren Seite, und dieses Uebergewicht bleibt, trotzdem eine reiche Fasermenge von hier aus für die daselbst befindliche Membrana nictitans abgegeben wird, in der weiteren Vertheilung der Nerven in der Weise ausgeprägt, dass die von innen kommende Nervenverzweigung über die sagittale Mittellinie der Bindehautausbreitung hinüber verläuft und so nur der kleinere, laterale Theil des Sackes von aussen her mit Fasern versorgt wird. Was nun weiterhin eine andere Relation, nämlich die des unteren zum oberen Lide in Rücksicht auf den Gehalt an Nervenfasern betrifft, so ist dieselbe je nach den speciellen anatomischen Verhältnissen des betreffenden Thieres mehr oder weniger different. Beim Frosche z. B., wo die Membrana nictitans vermöge ihrer eigenthümlichen Einrichtung und ihrer Ausdehnung nicht nur das untere Lid vertritt, sondern auch den grössten Theil der Functionen, welche bei anderen Thieren dem oberen Lid zufallen, versieht, durfte der Nervenreichthum derselben den des letzteren um eine ziemlich be-

trächtliche Quote übersteigen. Ein wieder etwas modificirtes Verhältniss findet man bei Vögeln, wo die Nickhaut zwar als integrirender Bestandtheil des Bindehautsackes vorhanden ist, allein das untere Lid das obere an anatomischer Ausdehnung und physiologischer Bedeutung überragt. Für die höheren Thiere dagegen, die Säuger und ebenso auch für den Menschen ist das dem Frosch entgegengesetzte Verhalten, ein grösserer Nervenreichthum des oberen gegenüber dem unteren Lide gegeben. Nach seinem Ursprunge endlich ist wohl der innere mediale Hauptstamm als ein Theil der Endigung des Nervus infratrochlearis und der laterale als ein solcher des Nervus lacrymalis, welche beide Zweige vom ersten Ast des Nervus trigeminus stammen, anzusehen.

Nach Bildung des grobmaschigen Geflechtes in dem subconjunctivalen und in den tieferen Schichten des conjunctivalen Geweben dringen die Nerven durch fortgesetzte Theilung in immer schwächere, nur noch aus wenigen Fasern bestehende Zweige übergehend, allmählig nach vorne vor; die von ihnen abgegebenen Aeste zeigen dabei nirgends einen Zusammenhang, der als eine netzförmige Verbindung aufgefasst werden müsste. Das Verhalten der letzten, noch aus (2—3) doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ist bei einigen Thieren, z. B. beim Frosch, so regelmässig, dass es hier wohl näher beschrieben werden darf. Nachdem die Stämmchen letzter Ordnung in der Höhe unmittelbar unter den letzten Lagen des Capillargefässnetzes angelangt sind, findet eine abermalige Theilung statt, wobei die aus einander gehenden, noch doppeltcontourirten Fasern gewöhnlich in einer auf der Achse des Stämmchens nahezu senkrecht stehenden Richtung weiter verlaufen, auf lange Strecken hin in derselben verfolgbar und gewöhnlich vollkommen gerade gestreckt oder doch nur mitunter leicht wellig geschlängelt sind. Auf diese Weise entsteht ein System mehr oder weniger paralleler doppeltcontourirter Fasern unterhalb der Capillargefässmaschen. Bei anderen Thieren ist der Modus des Verlaufes und der Theilung der letzten aus doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen ein weniger regelmässiger und für seine Schilderung gilt dann einfach die Bemerkung, dass diese, in den verschiedensten, schrägen und senkrechten Richtungen die Gefässe übersteigend, allmählig nach oben gelangen, wo bei der letzten Theilung dunkler Fasern ihr Uebergang in marklose Fibrillen stattfindet. Eine Ausnahme von diesem nur allmählig sie nach oben führenden Verlaufe machen einzelne Fasern, von der sich Helfreich, nicht an Flächenpräparaten, wohl aber an einer ziemlichen Anzahl von Querschnitten bei verschiedenen Thieren überzeugte. Hier geht dann von einem noch aus einer grösseren Anzahl von doppeltcontourirten Fibrillen bestehenden Stämmchen, das sich noch ziemlich in der Mitte des Grundgewebes der Conjunctiva befindet, eine einzige Faser ab, die an derselben Stelle ihre Markscheide plötzlich verliert, und senkrecht aufsteigend nach oben verläuft, um, abermals in rechtwinkeliger Richtung umbiegend, in das subepitheliale Netz blasser Fasern einzutreten und in demselben noch

eine lange Strecke weiter zu verlaufen, wie man bei mehr schräg ausgefallenen Querschnitten leicht wahrnehmen kann.

Es ist wichtig, noch jene blassen Fibrillen zu erwähnen, die in einem und demselben Niveau mit den groben Gefäss- und Nervenstämmen in das Gewebe eintreten, sich durch einen stark geschlängelten Verlauf und langes Einhalten einer einmal gewählten Richtung auszeichnen, in Folge dessen sie nur langsam nach vorne gelangen, wo sie, in die allgemeine subepitheliale Nervenausbreitung übergehend, der weiteren getrennten Beobachtung sich entziehen. Auf ihrem Wege kommen sie oftmals in Berührung mit den groben Gefässstämmen, bilden in deren nächster Umgebung und auf denselben vielfache plexusartige Verschlingungen, verlaufen mitunter auf längere Strecken auf den Gefässen selbst, und muss man daher, da diese Verhältnisse nur an massigeren Präparaten sich beobachten lassen, oft von ihrer weiteren Verfolgung abstehen. Bei einer grösseren Anzahl gelang es Helfreich jedoch, denselben mit Sicherheit nach oben gegen das Epithel zu nachzugehen, und sie in das unter demselben befindliche allgemeine Geflecht eintreten zu sehen. Während ihres langen Verlaufes zeigen sie zahlreiche Varicositäten und vielfach Auflagerungen von Kernen.

Wie bereits erwähnt, bestehen die Stämmchen letzter Ordnung aus einem Complex von zwei, höchstens drei doppeltcontourirten Fasern. Ihre Markscheide verlieren letztere an der Stelle der nächsten Theilung, nicht etwa schon während ihres gemeinschaftlichen Verlaufes. An dem Theilungswinkel finden sich gewöhnlich Kerne angelagert, und ebenso zeigt sich daselbst noch eine leichte varicöse Anschwellung, mit der die blassen Fasern beginnen.

Das Verlaufsgebiet dieser Fasern ist ein ausserordentlich weites, und eine einzelne Fibrille oft durch mehrere Gesichtsfelder zu verfolgen; ihre Verlaufsrichtung ist eine wesentlich geradlinige und sind dabei nur leichte von Zeit zu Zeit auftretende Schlängelungen oder ein allmähliges Aufbiegen in ein höher gelegenes Niveau, ein Ueberschreiten und Durchflechten einer Capillargefässmasche zu bemerken. Die Zahl ihrer marklosen Fibrillen wird in ihrem weiteren Verlaufe durch das Capillarnetz nach oben eine ausserordentlich grosse, so dass die Summe dieser intracapillaren und unmittelbar unter dem Epithel befindlichen Fasern jene der in den eintretenden Stämmen vorhandenen, um ein vielfaches übertrifft. Selbstverständlich ist ihre Anzahl in den einzelnen Regionen der Bindehaut wieder eine sehr verschiedene, mitunter eine verhältnissmässig geringe, so dass eine directe Zählung und Verfolgung der einzelnen Elemente bis zu ihrer Endigung mit Leichtigkeit vorgenommen werden könnte.

Indem also die einzelnen stärkeren Fibrillen unter fortwährender Theilung weite Strecken durchlaufen und die dadurch entstehenden Seitenäste dasselbe Verhalten wiederholen, entsteht ein sehr dichtes Geflecht stärkerer und feinster blasser Fasern, die allmählig durch die Capillargefässschicht nach oben unmittelbar unter das Epithel gelangen. Die feinen, direct unter dem

Epithel befindlichen Fibrillen haben selbst wieder ein beträchtliches Verlaufsgebiet, geben selbst wieder unter spitzigen Winkeln unendlich feine Aestchen ab und hören schliesslich dicht unter dem Niveau der untersten Zellenlage auf, worüber man sich an den vom Epithel befreiten Präparaten, an die sich die bisherige Beschreibung hielt, leicht an den hie und da zurückgebliebenen Zellen orientiren kann.

MORANO[1]) hat sich unter Leitung STRICKER's mehrere Monate hindurch bemüht, den terminalen Nervenapparat in der Conjunctiva zu ergründen. Die Resultate waren aber sehr spärlich. Ein Eintritt der Nerven zwischen die Epithelien durfte zuweilen vermuthet, konnte aber nicht mit Sicherheit constatirt werden. Doch haben es diese Untersuchungen wahrscheinlich gemacht, dass die Verfolgung der Nerven in das Epithelstratum glücklicheren Mikroskopikern gelingen dürfte.

»DIE TUNICA SCLEROTICA[2]) wird nach vorn begrenzt durch die Tunica cornea, während sie sich nach hinten durch eine Einschnürung gegen ihre Fortsetzung, die fibröse Scheide des Sehnerven, absetzt. Da wo der Sehnerv in die Höhle der Sclerotica eintritt, vereinigt sich das Bindegewebe, welches die einzelnen Fascikeln seiner Fasern einhüllt, mit dem Gewebe der Sclerotica. Diese Verbindung bleibt, wenn man durch Maceration die Sehnervenfasern entfernt, in Form einer dünnen, von vielen kleinern Löchern durchbohrten Platte zurück, welche mit der inneren Oberfläche der Sclerotica ein Continuum bildet. Dieses Plättchen ist die sogenannte Lamina cribrosa. Ihre Löcher entsprechen den einzelnen Fascikeln von Sehnervenfasern, welche durch sie hindurch treten. In der Mitte unterscheidet man dicht neben einander zwei grössere, durch welche die Netzhautgefässe getreten sind.

Die Tunica sclerotica wird von aussen nach innen immer dichter und gleichförmiger. An der inneren glatten Oberfläche sind namentlich bei dunkeläugigen Menschen in das hier sehr feste Gewebe unregelmässig geformte mit kolbigen oder strahligen Ausläufern versehene platte Pigmentzellen eingelagert, die derselben, wenn sie in grosser Menge vorhanden sind, ein bräunliches Ansehen geben.

Die Faserung der Sclerotica ist zuerst von VALENTIN[3]) beschrieben worden. BRÜCKE konnte von dessen Angaben nur so viel bestätigen, dass man in der Sclerotica im Allgemeinen von hinten nach vorn verlaufende und Zirkelfasern unterscheiden kann, welche mit einander ein dichtes Mattenwerk bilden, und dass die Fasern der Sehnen der geraden Augenmuskeln sich, nachdem sie in die Sclerotica gelangt sind, nach vorne zu fächerförmig ausbreiten, und sich somit in das Mattenwerk der Sclerotica einschiebend, dasselbe in seinem vorderen Theile wesentlich verstärken.

---

1) Centralblatt. April 1871.
2) BRÜCKE, Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1847.
3) Repertorium. Bd. I. Heft IV, p. 301.

Von der bindegewebigen Natur der Scleroticafasern war schon früher (p. 58 dieses Handbuchs) die Rede. In die Grundsubstanz sind zellige Elemente eingelagert, welche den Hornhautkörpern ähnlich sind. Bestreicht man die Sclerotica eines lebenden Kaninchens mit einem Lapisstifte, so kann man nach vollendeter Reduction auf Flachschnitten die zierliche Saftcanalzeichnung sehen. Andererseits geben Goldpräparate die Positivs zu den Negativs der Silberbilder. Ich habe die letzteren zwar nur einmal an einem Präparate gesehen, welches mir Dr. Carmelt aus Newyork gezeigt hat; sie waren hier aber so scharf gezeichnet, dass an ihrer Existenz nicht gezweifelt werden kann. Die Zellen, welche in diesen Räumen liegen, enthalten bei vielen Säugethieren Pigmentkörnchen [1].

Bei den Vögeln besteht die Sclerotica aus hyalinem Knorpel, welcher aussen und innen von Bindegewebe überzogen ist. Am vorderen Rande der Sclerotica, zuweilen auch um den Eintritt des Sehnerven herum besitzen die Vögel einen aus Schuppen zusammengesetzten Knochenring.

Bei Amphibien und Fischen kommt in der Sclerotica gleichfalls Hyalinknorpel vor. Helfreich [2]) brachte bei Gelegenheit seiner Mittheilung über die Nerven der Sclerotica auch einige Angaben über die Structur der Froschsclerotica, die ich hier folgen lasse.

Sich eng anschliessend an eine nach innen gelegene, leicht rosafarbige Knorpellage mit ausserordentlich klar und schön gezeichneten Zellen zeigte sich die Bindegewebsschicht in einer mehr schwarzgrünen Farbe, aus festgeschlossenen, parallelen und darauf senkrecht stehenden Faserzügen aufgebaut, an die sich nach aussen mit vollkommen scharfer Grenze die umspinnende, lockere, bindegewebige Hülle ansetzte. Die Bindegewebs- und Knorpelschicht an den durch die ganze Länge des Präparats geführten Schnitten betrachtet, zeigte sich an verschiedenen Stellen verschieden dick. Die Knorpelschicht war am hinteren Pol des Augapfels am stärksten und nahm nach vorne ziemlich rasch ab, um kurz vor der Insertionsebene der geraden Muskeln mit einem abgerundeten Rande zu enden; die Bindegewebslage zeigte bezüglich ihrer an den verschiedenen Stellen verschiedenen Dimension ein gerade umgekehrtes Verhalten. An dem knorpeligen Theile fand sich dabei ein durchaus gleichartiges Gefüge, nirgends eine Unterbrechung oder eine Durchtrittsstelle für Gefässe und Nerven, während in dem bindegewebigen Stratum diese letzteren mit der gleichen Sauberkeit und Eleganz wie an den Flächenansichten sich präsentirten. An den hinteren Parthieen der Längsschnitte sah man die gröberen Stämme und doppeltcontourirten Fasern und gegen vorne, bis zum Aufhören der Knorpellage und darüber hinaus, die feinen, leicht blauviolett gefärbten Achsencylinder, oft in weiter Ausdehnung entweder gerade oder leicht geschlängelt verlaufen. Sie zeigten stellenweise eine leichte varicöse

---

1) Leydig, l. c.
2) l. c.

Anschwellung und hinsichtlich ihrer Verlaufsrichtung war zu bemerken, dass sie allmählig an der Grenzlinie der Bindegewebs- und Knorpellage hinstrebten.

Die gröberen Nervenstämme, allenthalben aus etwas distanten doppeltcontourirten Fasern bestehend, zeigten nach mehrmaliger Theilung und bei einem sie allmählig nach vorne führenden Verlaufe überall den entschiedensten Zusammenhang mit den vorhin schon erwähnten langgestreckten Achsencylindern, in welche sie in der Weise übergingen, dass die letzten aus zwei doppeltcontourirten Fasern bestehenden Stämmchen an der Stelle der Theilung das Mark verloren. Dieses Abbrechen der Markscheide konnte allenthalben mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit nachgewiesen werden, und ebenso auch der allmählig gegen die Grenzebene der Bindegewebs- und Knorpelschicht hinstrebende Verlauf der blassen Fasern durch die Verschiedenheit der Einstellung. Durch fortwährende Theilung erfuhren die Achsencylinder eine rasche Zunahme ihrer Zahl, ganz in demselben Verhältniss, wie es bei der Beschreibung des subepithelialen Plexus der Conjunctiva dargelegt wurde. Die Fasern wurden immer feiner und feiner, und schliesslich hörten sie nach langem Verlaufe mit äusserst geringem Durchmesser in der Substanz des Faserhautgewebes, sehr nahe der Knorpellage auf. Auf ihrem Wege sich vielfach durchkreuzend, aber nirgends mit einander verschmelzend, bildeten sie also ein eigentliches Geflecht; ihr Ende markirte sich nicht durch eine Durchmesserzunahme, sondern vielmehr durch eine Abnahme desselben, indem sie einfach spitz zuliefen. Während ihres ganzen Verlaufes zeigten sie sich vielfach in Berührung mit den zahllosen, in die Faserzüge eingestreuten Bindegewebskörperchen, aber nirgends war, trotz der genauesten Untersuchung, ein Zusammenhang dieser Endigungen mit den Ausläufern derselben zu constatiren.

Bei der Taube und beim Huhn fand er keine Spur von Nerven, die man als analog der beim Frosch beschriebenen Ausbreitung hätte ansehen können. Nur von der Insertionsebene der geraden Augenmuskeln beginnend, wurden im ganzen Umfang der Faserkapsel nach vorne verlaufende Stämmchen sichtbar, die aber wegen des Mangels jeder Theilung, sowie wegen ihres ganzen Verhaltens lediglich als Passanten, welche zu dem Musculus ciliaris, der Iris, Cornea etc. hinstrebten, betrachtet werden mussten. Ein gleiches Schicksal hatte er bei der Sclerotica der Maus und der Ratte, bei welchen Thieren noch ausserdem durch die vielfachen innigen Verbindungen zwischen Leder- und Aderhaut die geeignete Herstellung des Präparates sehr erschwert wurde. Auch hier indessen traten die vorderen Ausbreitungen der Ciliarnerven mit aller Deutlichkeit hervor. Beim Versuche mit der Sclerotica des Kaninchens wählte er stets ein junges, albinotisches Thier, und hier nun fand er, ganz entsprechend dem Verhalten der in der Froschsclerotica eintretenden Nerven, eine erste Ausbreitung vollkommen derselben Art, und einmalige Theilung der Stämme, die aber dann kurz abbrachen. Das ganze Bild dieser Ausbreitung

war jedoch so typisch und übereinstimmend mit dem oben beim Frosch beschriebenen, dass er keinen Anstand nehme, letztere entschieden als aus dem Eigennerven der Faserhaut bestehend anzusprechen, wie er es ebenso wenig bezweifelt, dass bei demselben Thiere die conjunctivalen Nerven dicht unter dem Epithel enden, obwohl ihre Vergoldung nur bis zu den stärkeren Achsencylindern gelang.

IX.

Die Thränendrüse.

Von

Franz Boll.

---

1. Allgemeiner Plan des Baues. In allen wesentlichen Punkten ihrer Structur mit den Speicheldrüsen (vgl. Cap. XIV) übereinstimmend, stellen die Thränendrüsen des Menschen und der Säugethiere Drüsen der sogenannten acinösen Formation dar. Ebenso wie die Speicheldrüsen zerfällt die Thränendrüse durch ein meist reichlich entwickeltes System sich vielfach kreuzender, von der Kapsel des Organs in die Tiefen dringender Septen, die bei mikroskopischer Untersuchung sich als aus lockerem fibrillären Bindegewebe bestehend erweisen, in eine Menge polyedrischer Körper verschiedenster Form jedoch im Allgemeinen ziemlich constanter Grösse. Die Hauptmasse dieser Polyeder, welche wir als das eigentliche Drüsenparenchym sensu strictiori bezeichnen wollen, erweist sich auf Durchschnitten fast allein als aus Alveolen und Blutgefässen zusammengesetzt. Nur selten erscheint auf dem Durchschnitt eines Parenchymkörpers ein Ausführungsgang nebst den begleitenden Gefässen und Nerven getroffen. Die Stämmchen aller dieser in den Hilus der Drüse eintretenden Gebilde verlaufen stets zusammen in das lockere Bindegewebe der Septa eingebettet, von wo sie gewöhnlich unter rechtem Winkel in den Parenchymkörper eintreten, nur eine kurze Strecke noch von mitgenommenen Bindegewebsfibrillen begleitet. In den Parenchymkörpern selbst ist ausser diesem spärlichen Reste sog. interstitielles, fibrilläres Bindegewebe nicht vorhanden.

2. Die Alveolen. Die Formen und Dimensionen dieser das eigentliche secernirende Parenchym zusammensetzenden Gebilde unterliegen nur in engen Grenzen schwankenden Verschiedenheiten. Sie stellen Säcke dar, von denen wir den Inhalt, die secernirenden Epithelien und die umhüllende Haut (Membrana propria) unterscheiden. Die ersteren sind von sehr verschiedener Form: nahezu gleich grosse polyedrische Gebilde von einer verschiedenen

Anzahl von Flächen begrenzt, die unter sehr variirenden Winkeln, jedoch fast stets mit scharfen Kanten zusammenstossen.

Auch auf den Flächen erscheinen nicht selten ziemlich scharfe feine Rinnen eingegraben. Von den verschiedenen Durchmessern der Epithelzelle ist keiner auf Kosten des andern besonders entwickelt, so dass dieselbe stets unregelmässig cubisch erscheint. Der sphärische homogene, nicht immer ein deutliches Kernkörperchen zeigende Kern liegt stets excentrisch, und zwar an der der Membrana propria zugekehrten Basis der Epithelzelle. Wie es scheint, geht hier von der Zelle constant ein ziemlich starker und langer glänzender, in Carmin sich intensiv färbender (Heidenhain) Fortsatz ab, der jedoch in einiger Entfernung von der Zelle, ohne weitere Verbindungen einzugehen, frei aufzuhören scheint. Seine Länge kann den Durchmesser des Zellkörpers fast erreichen. Auch die anderen Ecken der Zelle sind nicht selten in längere Fortsätze ausgezogen, deren Dimensionen jedoch gewöhnlich hinter denen des basalen Fortsatzes beträchtlich zurückzubleiben pflegen. Nicht selten zeigt auch der Kern der Zelle einen spitz ausgezogenen Fortsatz, den es jedoch nie über die Zelle hinaus zu verfolgen gelingt, und der stets in der Richtung mitunter auch selbst innerhalb des basalen Zellfortsatzes gelegen ist.

Wie Henle zuerst nachgewiesen und Heidenhain später weiter ausgeführt hat, theilen sich die acinösen Drüsen in solche ein, deren Secret Schleim enthält, und denen derselbe fehlt. Diesen Eigenschaften des Secrets entspricht die histiologische Beschaffenheit des secernirenden Parenchyms, speciell der Drüsenepithelien, die in letzteren stets protoplasmatisch bleiben, und deren Protoplasma im ersteren Falle eine mikroskopisch sehr leicht nachweisbare Schleimmetamorphose eingeht. Die Thränendrüse des Menschen und der untersuchten Thiere (Schaf, Rind, Pferd) gehört der letzteren Art an. Nie ist in ihrem Parenchym auch nur eine einzige schleimig degenerirte Zelle nachzuweisen. Es ist hieraus mit Sicherheit zu erschliessen, dass das Secret der Thränendrüse nie Mucin enthält. [1])

Nach der Entdeckung von Heidenhain stellt die zuerst von Giannuzzi beschriebene sogenannte Lunula eine auf dem Durchschnitt gewöhnlich sichelförmig erscheinende Ansammlung protoplasmatischer Zellen dar, welche vielleicht bestimmt sind, die in der Schleimmetamorphose vergehenden Drüsenepithelien zu ersetzen. Es ist klar, dass, da die Lunula nur den Drüsen zukommt, wo sich eine Schleimdegeneration der secretorischen Elemente findet, wir in der Thränendrüse, deren Zellen, wie die Epithelien der Kaninchen Submaxillaris, stets protoplasmatisch bleiben, eine Lunula nicht erwarten dürfen.

---

1) Die einzige in der Literatur vorkommende Analyse der menschlichen Thränenflüssigkeit (Frerichs, Thränensecretion in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, III, 1. S. 618) giebt allerdings eine geringe Menge von Schleim an. Jedoch war hier das Secret der Meibom'schen Drüsen nicht ausgeschlossen.

Die Alveolen sind von einer feinen Haut, der sog. Membrana propria, umhüllt. Die Structur derselben ist eine sehr eigenthümliche. Sie ist stets aus mehreren platten, sternförmigen Zellen zusammengesetzt, welche durch ihre häufig sehr reich entwickelten Fortsätze, die wie Reifen um den Alveolus herum gehen, mit einander in vielfachem Zusammenhang stehen. Diese feinstreifigen, bald schmäleren, bald breiteren, stets aber der Wölbung des Alveolus platt aufliegenden Fortsätze, welche von dem kernhaltigen Centrum der Zelle ausgehen, stellen jedoch nicht eine korbartig durchbrochene Umhüllungshaut des Alveolus, sondern verdickte Streifen und Rippen in einer den Alveolus fest umschliessenden und geschlossenen Membran dar, die sich eben aus diesen sternförmigen Zellen constituirt in einer Weise, von der es allerdings nicht ganz leicht ist, eine deutliche Vorstellung zu geben. Die Zellen und ihre Ausläufer könnten in ihrem Verhältniss zu der Substanz der Membrana propria am besten noch mit den Rippen eines Blattes, oder mit Zehen, zwischen denen eine Schwimmhaut ausgespannt ist, verglichen werden. Eine vollkommen scharfe Grenze zwischen den Rippen und der Substanz der Haut, woraus man schliessen könnte, dass diese sternförmigen Zellen etwas von der Haut Verschiedenes darstellten, ist jedoch nicht zu ziehen. Es existirt eine wirkliche histiologische Einheit; die stärkeren längsgestreiften Rippen sind von dem Grundgewebe der Haut nicht zu trennen, sondern gehen ganz allmählig und unmerklich in die Grundsubstanz über, welche letztere gewöhnlich zu beiden Seiten neben den Rippen eine allmählig immer schwächer werdende, den Rippen parallele Längsstreifung zeigt.

Diese Darstellung der Structur der Membrana propria, von deren Richtigkeit man sich besonders an Zerzupfungspräparaten von mit Jodserum behandelten Drüsen, sowie an den freien Rändern ausgeschüttelter Schnitte von Drüsen, die in Müller'scher Flüssigkeit vorsichtig erhärtet wurden, leicht überzeugen kann, bildet die befriedigendste Vermittelung zwischen den verschiedenartigsten Bildern, die oft in demselben Präparat je nach dem mehr oder minder vorgeschrittenen Grade der Maceration und dem mehr oder minder leichten Zerfall der Gewebe vorzukommen pflegen. So erhält man aus in Jodserum oder in verdünnter Müller'scher Lösung macerirten Drüsen durch Zerzupfung Bilder von einer diametralen und, wie es scheint, völlig unvereinbaren Verschiedenheit. Bald erhält man isolirte Alveolen, deren Epithelien wie in einem überall geschlossenen, meist ziemlich stark zerknitterten homogenen Sack eingeschlossen erscheinen, bald sind es nackte Epithelgruppen, die die Form von Alveolen noch conservirt haben, und denen einige isolirte sternförmige Zellen anhaften. Daneben schwimmen in der Flüssigkeit förmliche durchbrochene Körbe, die sich allein aus den sternförmigen Zellen und ihren Ausläufern zusammensetzen, und in deren Hohlraum gewöhnlich noch einige wenige secretorische Epithelien befindlich sind. Neben einer zahllosen Menge isolirter Drüsenzellen finden sich auch die isolirten, die Membrana propria zusammensetzenden Zellen. Die Form und Grösse derselben unter-

liegt beträchtlichen Verschiedenheiten. Bei jüngeren Thieren (am besten beim Kalbe) sind sie grösser, sowohl der centrale Theil, wie die Ausläufer stärker entwickelt. Das Centrum der Zelle ist buckelförmig, mitunter fast blasig aufgetrieben, so dass die Zellen, im Profil gesehen, häufig wie Sicheln erscheinen, die auch auf Durchschnitten erhärteter Drüsen die Alveolen nicht selten umgreifen. Sehr oft sieht man jedoch, wenn die Flüssigkeit unter dem Deckgläschen sich bewegt, den Uebergang einer derartigen Sichel in eine sternförmige, multipolare Zelle sich unter dem Mikroskop vollziehen. In dem Centrum der Zelle liegt bei jungen Thieren um den meist runden, eines distincten Kernkörperchens entbehrenden Kern eine geringe Menge körniger Substanz. Bei älteren Thieren ist auch dieser geringe Rest Protoplasma fast absolut geschwunden. Die Substanz der platten, häufig fast bandartigen Fortsätze ist blass und mitunter fein längsstreifig. Die Theilung derselben geschieht dichotomisch unter mehr oder minder spitzem Winkel; nicht selten auch sieht man einen stärkeren Fortsatz gleichzeitig in mehrere Aeste sich theilen.

Ein Theil der Fortsätze dieser sternförmigen Zellen dringt, wie man sich ebenfalls an Isolationspräparaten überzeugen kann, zwischen die Epithelien des Alveolus selber ein. Von Pflüger, der diese Zellen in den Speicheldrüsen zuerst genauer berücksichtigt hat, wird angegeben, dass zwischen ihren Fortsätzen und den Fortsätzen der secretorischen Epithelien eine wirkliche materielle Continuität bestehe, dass beide Zellformen durch ihre Fortsätze mit einander zusammenhängen, aus welchem Zusammenhang mit echten epithelialen Gebilden weiter die nervöse Natur der sternförmigen Zellen gefolgert wird. Ich habe, obwohl mir zahlreiche Bilder, die auf den ersten Blick eine materielle Continuität beider Zellen zu beweisen schienen, vorliegen, doch bis jetzt nicht die sichere Ueberzeugung, dass in der That ein Zusammenhang existirt, gewinnen können.

3. Die Interstitien der Alveolen. Während die innere Fläche der Membrana propria die Epithelzellen des Alveolus unmittelbar anliegen, bleibt die äussere Fläche frei und dient zur Begrenzung eines intra vitam mit Lymphe gefüllten Hohlraums, welcher innerhalb eines jeden Parenchymkörpers der Drüse sich stets zwischen die äussere Wand der Capillaren und die der Alveolen einschiebt, und der durch die verschiedensten Methoden (Einstichinjection, Erzeugung eines künstlichen Oedems der Drüse) dargestellt werden kann (Ludwig).

Die Form und die Begrenzung dieses in das secretorische Parenchym eingelassenen Hohlraumes muss selbstverständlich eine enorm complicirte sein. Auf den Durchschnitten der einzelnen (am besten mit kaltflüssigem Berliner Blau) injicirten Parenchymkörper erscheint ausnahmslos und durchaus regelmässig jeder einzelne Alveolus der Drüse von einem gefärbten Ringe umgeben. Die ungefärbten Alveolen liegen einzeln in einem gefärbten Grunde, ein Bild, welches oft in vollkommener Regelmässigkeit über eine Fläche von 40—50

Alveolen erhalten wird. Hat man gleichzeitig die Blutgefässe andersfarbig, z. B. roth, injicirt, so bildet die unregelmässige, eigenthümlich inconstante Vertheilung der mit rother Farbe angefüllten Bahnen mit der durchaus regelmässigen Anordnung des blau injicirten Canalsystems einen höchst merkwürdigen Contrast. Auf einem feinen Durchschnitte sind die Blutgefässe, mögen sie lang gestreckt und als roth geschlängelte Fäden verlaufen, mögen sie auf dem Durchschnitt einfach als rothe Punkte erscheinen, stets von einem blau gefärbten Raum eingefasst, demselben Raume, der auch jeden einzelnen Alveolus umgiebt. Diese auf jedem Durchschnitt mit gleicher Regelmässigkeit wiederkehrenden Bilder lassen keine andere Erklärung zu, als dass ein ausserordentlich reiches, einheitlich zusammenhängendes System von Spalträumen das Parenchym der ganzen Drüse durchziehend, die ganzen Alveolen und die ganzen Blutgefässe umgiebt. Es sind nicht einzelne, die Alveolen und Blutgefässe umgebende Scheiden, keine einzelnen perialveolären, resp. perivasculären Räume, sondern für jeden Parenchymkörper ein einheitlicher, sehr complicirt gestalteter Hohlraum, der durchweg die Blutgefässe von den Alveolen trennt, und den alles das, was das Blut dem secernirenden Parenchym zuführt, erst zu durchsetzen hat, bevor es in das Secret übergehen kann.

Die ohnehin schon äusserst verwickelten histiologischen und topographischen Verhältnisse dieses Hohlraums werden dadurch noch mehr complicirt, dass ein sehr reiches System von breiteren und schmäleren Fasern, sowie von sternförmigen Zellen zwischen den Alveolen frei in dem innerhalb des secernirenden Parenchyms gelegenen Hohlraum ausgespannt ist. Auf Durchschnitten erhärteter Drüsen ist dieses zwischen den Alveolen gelegene System von Zellen und ihren Ausläufern sehr leicht nachzuweisen. Es steht zum Theil in unmittelbarem Zusammenhang mit den die Membrana propria zusammensetzenden sternförmigen Zellen, von denen einzelne Ausläufer zu benachbarten Alveolen herüberlaufen und so die Wände mehr oder minder innig mit einander verfestigen und verkleben. Nicht selten finden sich auch Zellen, die, zwischen zwei Alveolen gelegen, sowohl der Umhüllungshaut des einen wie des andern angehören und in beide ihre Ausläufer aufgehen lassen. Auch fast ganz freie und nur sehr lose mittelst ihrer Ausläufer zwischen den Alveolen befestigte Zellen kommen häufig vor. Bemerkenswerth ist, dass diese interstitiellen bindegewebigen Zellen nur mit der äusseren Wand der Alveolen, jedoch nie mit den Capillaren Verbindungen eingehen, denen eine dieselben etwa vermittelnde Adventitia capillaris durchaus fehlt.

Giannuzzi, der erste Entdecker dieses in das secernirende Parenchym eingelassenen Spaltraumes, hält denselben für einen echten Lymphraum, d. h. mit genuinen Lymphgefässen in Zusammenhang stehend und von diesen aus injicirbar, analog wie die von Ludwig und Tomsa um die Hodencanälchen und die Blutgefässe des Hodens beschriebenen Räume, deren Injection von dem im Samenstrang verlaufenden Lymphgefäss denselben in der That gelungen

war. Für den in das Parenchym der acinösen Drüsen eingelassenen Raum ist dieser Nachweis allerdings bis jetzt noch nicht geführt worden. Zahlreiche Versuche scheiterten an der Zartheit der aus der Drüse austretenden Lymphgefässe und an dem Widerstande der Klappen. Immerhin erhält man an mittelst Einstich injicirten Präparaten nicht selten Bilder, die es wenigstens sehr wahrscheinlich machen, dass die in die einzelnen Parenchymkörper eingelassenen Räume mit echten drehrunden Lymphgefässen, die in dem lockeren Bindegewebe der die einzelnen Parenchymkörper trennenden Spalten verlaufen, in directer Communication stehen. Wie sich jedoch der innerhalb der einzelnen Parenchymkörper gelegene und hier histiologisch scharf (durch die Aussenfläche der Membrana propria und der Blutcapillaren) zu begrenzende Hohlraum gegen die in die Parenchymkörper eindringenden gröberen Stämmchen der Ausführungsgänge und Blutgefässe, sowie gegen die bindegewebigen Septa abschliesst, ist noch nicht mit wünschenswerther Schärfe festgestellt.

4. Die Ausführungsgänge. Die Ductus lacrymales sind von einem einschichtigen Epithel niedriger Cylinderzellen ausgekleidet. Im Innern der Drüse zerfallen sie schnell in zahlreiche Aeste mit einem ebenfalls sehr niedrigen Cylinderepithel, aus welchen dann diejenigen Gänge hervorgehen, welche Pflüger in den Speicheldrüsen Speichelröhren genannt hat, und für welche man am besten die Bezeichnung der Thränenröhren einführen könnte. Ihr Lumen ist meist eng; charakteristisch sind für sie die hohen Cylinderepithelien, welche sie auskleiden, deren basales Ende stets eine sehr deutliche Zerfaserung zeigt, die am ausführlichsten von Pflüger erörtert und mit der Regeneration der Drüsengewebe in Zusammenhang gebracht worden ist. Aus diesen mit hohen, am basalen Ende reich ausgefaserten Cylinderepithelien ausgekleideten Röhren, die in allen ähnlich gebauten acinösen Drüsen vorzukommen scheinen, gehen endlich entweder durch allmähligen Uebergang der Epithelien oder schärfer abgesetzt, ziemlich langgestreckt verlaufende feine Canäle hervor, nicht viel dicker wie Capillaren, deren in allen verwandten acinösen Drüsen sich ziemlich gleich bleibende charakteristische Eigenthümlichkeit eben in der Feinheit und in den Dimensionen der das einfache Epithelrohr zusammensetzenden Zellen besteht. Dieselben sind stets sehr platt, meist durch den Besitz recht stattlicher Fortsätze ausgezeichnet, die der Zelle ein spindelförmiges oder doch der Spindelform verwandtes Aussehen geben. Sie liegen mit ihrer Längsaxe der Axe des Epithelrohres parallel und schieben sich häufig mit ihren Fortsätzen dachziegelförmig über einander. Diesen Canälen sitzen dann endlich die Alveolen mittelst kurzer Aestchen an, die, meist nur aus 4—6 Epithelzellen gebildet, sich bis in das Innere des Alveolus hinein fortsetzen, wo sie von den eigentlichen secernirenden Epithelien fast rings umlagert werden. Diese letzten oder vielmehr ersten, fast schon in der Mitte des Alveolus gelegenen und mit ihren Fortsätzen mitunter zwischen die secernirenden Epithelien eindringenden Zellen der Aus-

führungsgänge sind von Langerhans (im Pancreas als centroacinäre Zellen bezeichnet worden.

Während man früher dem im Innern des Alveolus gelegenen Hohlraum, in welchen die secernirenden Epithelien ihr Secret ergiessen, nur eine sehr einfache Gestalt zuschrieb, haben neuere an der Hand verbesserter Injectionsmethoden angestellte Untersuchungen (Giannuzzi, Langerhans, Ewald, Saviotti) gelehrt, dass der einfache kurze und feine Ausführungsgang des Alveolus sich in ein sehr reiches, vielfach verästeltes und mit einander anastomosirendes Netz feinster drehrunder Canälchen auflöst, welches die einzelnen Epithelien — ganz wie Hering das Verhältniss der feinsten Gallengänge zu den Leberzellen dargestellt hat — umspinnt und in seinen Maschen einschliesst. Die Canälchen entbehren einer eigenen Membran und sind nichts weiter wie zwischen den an einander liegenden, mannigfaltig gestalteten, sowohl an den Kanten wie den Flächen mit Rinnen versehenen polyedrischen Drüsenzellen ausgesparten Gänge.

5. Die Nerven. Die Nerven der Thränendrüse verlaufen stets mit den Verästelungen der Blutgefässe und der Ausführungsgänge gemeinsam. Sie sind — schon im Stamme des Nervus lacrymalis — überwiegend marklos. Ueber die von ihnen constant begleiteten Speichelröhren hinaus sie zu verfolgen, ist mir mit Sicherheit nie gelungen, und vermag ich nichts Gewisses über ihre letzten Endigungen, resp. ihre anatomischen Beziehungen zu den secretorischen Elementen, anzugeben. Jedenfalls kommen im Innern der Parenchymkörper, in den Interstitien zwischen den Alveolen keine Nerven vor, und müssen dieselben, wenn sie in der That zu den secretorischen Epithelien in directe Beziehungen treten, mit den feinsten Ausführungsgängen zu den Alveolen verlaufen. [1])

6. Literatur. Die histiologische Literatur der Thränendrüse fällt mit der der acinösen Drüsen überhaupt zusammen. Mit Uebergehung der älteren Angaben gebe ich die vollständige Literatur seit den aus Ludwig's Laboratorium hervorgegangenen, auf diesem Gebiete Epoche machenden Untersuchungen von Giannuzzi und den fast gleichzeitigen nicht weniger bedeutsamen Arbeiten von Pflüger.

---

1) Bilder, wie ich sie in meiner ersten Arbeit gezeichnet habe, wo marklose Nerven an das stumpfe Ende der Alveolen herantreten, können nur an dem Rande der Parenchymkörper gegen die bindegewebige Septa vorkommen.

Literatur.

G. GIANNUZZI, Von den Folgen des beschleunigten Blutstroms für die Absonderung des Speichels. Sächsische academische Sitzungsber., mathem. phys. Cl., 27. Nov. 1865.

E. F. W. PFLÜGER, Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866.

Derselbe, Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen und die Entwickelung der Epithelien. SCHULTZE's Archiv V, 193.

Derselbe, Die Endigungen der Absonderungsnerven in dem Pancreas. Ebenda, 199. Hier werden die Beobachtungen von EWALD mitgetheilt.

Derselbe, Die Speicheldrüsen, dieses Handbuch. S. 306.

J. HENLE, Eingeweidelehre 63—69.

A. KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre. Fünfte Auflage 1867. S. 357.

R. HEIDENHAIN, Beiträge zur Lehre von der Speichelabsonderung. Studien des physiol. Instituts zu Breslau IV. 1868.

F. BOLL, Ueber den Bau der Thränendrüse. M. SCHULTZE's Archiv IV, 146.

Derselbe, Die Bindesubstanz der Drüsen. Ebenda, V, 334.

Derselbe, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der acinösen Drüsen. Inauguraldissertation. Berlin 1868.

P. LANGERHANS, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie der Bauchspeicheldrüse. Inauguraldissertation. Berlin 1868.

G. GIANNUZZI, Recherches sur la structure intime du Pancreas. Comptes rendus 1869, Mai. LVIII. 1280.

G. SAVIOTTI, Untersuchungen über den feineren Bau des Pancreas. M. SCHULTZE's Archiv. V. 203 u. 404.

Capitel XXXVII.

Uterus, Placenta und Tuben.

I.

Uterus.

Von

Dr. R. Chrobak.

(Die mikroskopischen Untersuchungen für diesen Aufsatz wurden im Wiener physiologischen Institut ausgeführt.)

Das den Uterus als ungemein zarte Membran überziehende Peritoneum reicht an der vorderen Fläche der Gebärmutter bis unter die, dem Orificium internum entsprechende Einschnürung und an der hinteren Fläche bis zur Insertion der Scheidenwand an den Halstheil [1], um von da ab die excavatio vesico- und recto-uterina zu bilden. An der Vorderfläche ist dasselbe durch straffes Bindegewebe fester mit der Muscularis des Uterus verwachsen, als rückwärts, und zwar so, dass die Grenze des schwer oder gar nicht abzupräparirenden Theiles an der Vorderfläche einem nach oben offenen Winkel entspricht, dessen Scheitel sich näherungsweise in der Mitte der Vorderfläche des Uterus befindet. [2]

An den beiden Seitenrändern reicht die innige Verbindung des Peritoneums nur bis etwa 1 Ctmr. unter die Tuba, unter welcher die Peritonealplatten aus einander weichen, um den Blut- und Lymph-Gefässen und Nerven den Eintritt in die Uterussubstanz zu gestatten.

Die grösste Masse des Uterus besteht aus glatten Muskelfasern, welche eine vielfache Schichtung zeigen; da aber selbst in der Schwangerschaft die Präparation aller einzelnen Schichten nicht möglich ist, so herrscht bis jetzt noch eine ziemliche Verwirrung in ihrer Untertheilung.

Folgt man der Entwickelung der Muskellagen, so ist es am einfachsten, drei Schichten anzunehmen, und zwar eine innere, vorwiegend aus Kreisfasern bestehende, eine mittlere, hauptsächlich Längsfasern enthaltende und eine äussere, accessorische Schichte.

---

1) Luschka, Anatomie, 2. Bd. 2. Abth. S. 360.
2) Henle, Anatom. 2. Bd. 2. Lief. S. 486.

Die äussere Muskellage, dicht unter dem Peritoneum und mit demselben verwachsen, weitaus die schwächste, aber auch die selbständigste, setzt sich vorzugsweise in die Adnexa des Uterus fort. Diese äusserste Schicht wird hauptsächlich gebildet durch ein an der hinteren Uteruswand von der Grenze des Cervix entspringendes Bündel longitudinaler Fasern [1]), sie verstärkt sich dann durch solche, welche von den Seiten dazutreten, über den Fundus ziehen und von da divergirend grösstentheils zu den Ligg. rott. verlaufen.

Als zweite Schichte folgen darunter, durch mehrere transversale Bündel von den vorigen getrennt, mehrere stärkere, von rückwärts über den Fundus nach vorne ziehende Muskelstreifen [2]), die wieder, vorne und rückwärts divergirend, sich vielfach mit anderen kurzen Fasern kreuzen. (Nur in der Mitte des Grundes soll diese Muskellage mit der oberen verschmolzen sein [3])).

Unter dieser, der letzten noch erkennbaren Schichte, welche, sowie die frühere, die Seitenränder des Uterus frei liess, folgen massenhafte, vorwiegend transversale, glatte, kurze Faserbündel, die sich in den verschiedensten Richtungen kreuzen, einige Fortsätze zu den Ligamm. senden und bloss das Gemeinsame erkennen lassen, dass sich die Fasern, welche vorne oberflächlich waren, an der hintern Seite in die Tiefe verlieren und umgekehrt.

Diese weitaus mächtigste Schichte der Uterusmusculatur ist gekennzeichnet durch auffallend grosse und besonders in der Schwangerschaft dickwandige Gefässe.

Die innerste Schichte, welche nach Luschka [4]) als die fundamentale betrachtet werden kann, da sich an ihr Spuren des ehemaligen Bestandes aus zwei seitlichen Hälften nachweisen lassen, besteht hauptsächlich aus Kreisfasern, welche von der Kreisfaserschichte des uterinen Theiles der Tuben in immer grösser werdenden Ringen, welche in der Mittellinie zusammenstossen, ausgehend, nicht allein die Grundlage des Uteruskörpers bilden, sondern sich noch im Halstheile und von da bis in die Scheide verfolgen lassen. (Dieser Kreisfaserschichte gehören z. B. die am Orif. internum und externum befindlichen »sogenannten Sphincteren« an). Ausser dieser ausgesprochenen Kreisfaserlage findet sich noch an der vorderen und hinteren Wand des Uterus eine dreiseitige, aus longitudinalen Fasern bestehende Muskellage [5]), deren Spitze nach abwärts sieht, und aus welcher sich feine Muskelbündel bis in die Schleimhaut verfolgen lassen.

Im Halstheile des Uterus verschwindet die regelmässige Faserung noch mehr [6]), und es tritt eine Gruppirung in abermals drei Lagen auf (Henle), und zwar bilden die Ringfasern der innersten Schichte des Körpers die weitaus

---

1) Hélie, Recherches sur la disposition des fibr. muscul. de l'ut. Paris 1869.
2) Pappenheim, vorl. Mittheilung. Korn u. Wunderlich. Vierteljahrschrift, 3. J. 1. Hft.
3) Hélie a. a. O.
4) Luschka a. a. O.
5) Hélie a. a. O.
6) Retzius, Struktur des Uterus. Froriep's Tagesberichte in Canst. Jahresbericht 1850, 1. Bd. S. 64.

mächtigste, mittlere Schichte, die nach aussen von longitudinalen Fasern, welche sich grossentheils in die Umgebung der Blase, der Vagina und der Urethra verlieren, begrenzt wird, während die innerste Schichte ebenfalls aus Längsmuskeln besteht, welche die Schleimhaut mit Fasern versorgen und sich am äusseren und inneren Muttermunde mit der die beiden Sphincteren der Orificia (der Sphincter des Orif. intern. bildet einen Isthmus von 3 Mm. Länge Guyon[1]), constituirenden Ringfaserschichten verweben.

Alle diese Schichten des Uterus werden zum grössten Theile gebildet aus contractilen Faserzellen, welche durch feste Kittsubstanz so fest zu Bündeln und plattenförmigen Muskelzügen verbunden sind, dass sie sich nur sehr schwer isoliren lassen. Die Bündel sind dann wieder durch reiches, kernhaltiges Bindegewebe und spärliche elastische Fasern vereinigt.

Im normalen Zustande ist die Spindelform mit oft weit ausgezogenen Spitzen für die Faserzelle des Uterus Regel, nur in der Schwangerschaft, wo (ausser der Neubildung) die contractilen Elemente eine solche Entwickelung erreichen, dass ihre Länge von dem normalen, 0·045 auf 0·660 Mm. und ihre Breite, die früher 0·009–0·014 Mm. betrug, bis 0·074 Mm. steigt, finden sich vielfach Muskelfasern mit schaufelartig abgeplattetem, ausgezacktem Rande. Auf dem Querschnitte haben die Zellen einen rundlichen, ovoiden, drei- bis fünfeckigen Contour, dem entsprechend in der Totalansicht oft mehrere Kanten.

Die Zellsubstanz ist nur im frischen Zustande und auch nur in den zwei ersten Dritteln der Schwangerschaft ungetrübt, durchscheinend und lässt den nie fehlenden Kern und die an dessen beiden Enden befindlichen Körner (Arnold[2])) deutlich erkennen.

Der Kern, immer einfach, hat eine elliptische, spindel- oder stäbchenförmige Gestalt, variirt von 0·002 bis 0·015 Mm. Länge und 0·001–0·003 Mm. Breite (Frankenhäuser[3])) (welche Maasse übrigens in der Schwangerschaft um mehr als das Doppelte zunehmen) und liegt in der Mehrzahl in der gewöhnlich der Mitte der Zelle entsprechenden Ausbauchung, oft genug aber auch asymmetrisch oder wandständig. Die Struktur des Kernes betreffend, sind die in demselben vorkommenden glänzenden Körner noch Gegenstand der Controverse (Hessling[4]), Frankenhäuser[5]), Arnold[6]) etc.).

Uebrigens gelten die angegebenen Maasse nicht für die Muskelfasern aller Schichten, sondern nur für die, denen eine wichtige Funktion bei der Geburt zufällt. So sind die oberflächlichsten Faserzellen kürzer, schmächtiger und mehr cylindrisch, ebenso die Muskelzellen der innersten Lage, deren Länge

1) Guyon, Étude sur la cavité de l'Uterus à l'état devacuité. Journ. d. Physiol. II.
2) Arnold, S. dies. Handbuch 1868, S. 140.
3) Frankenhäuser, die Nerven der Gebärmutter. Jena 1867.
4) Hessling, Gewebelehre 1866.
5) Frankenhäuser, l. c.
6) Arnold, l. c.

nur 0·018–0·034 Mm. beträgt (Kölliker [1])), und die auch in der Schwangerschaft kein bedeutendes Wachsthum zeigen.

Die Schleimhaut der Uterushöhle setzt am oberen Ende des Isthmus mit einem scharfen Rande ab [2]); im jungfräulichen Zustande bildet sie eine 1–1·8 Mm. dicke, gegen die Tubenmündungen und gegen den Hals zu dünner werdende [3]), graue oder blassröthliche Membran, welche sich nicht deutlich von der darunter liegenden Muscularis abgrenzt und sich auch nicht in grösseren Stücken abpräpariren lässt. Ihre Oberfläche ist glatt, mit Ausnahme der Gegend der Tubarostien, wo sie ganz kleine Fältchen keine Papillen, Hennig [4]) zeigt.

Auch im normalen Zustande ist sie mit einer dünnen Schichte einer mehr oder weniger graulichen, durchscheinenden, etwas klebrigen Flüssigkeit von schwach alkalischer Reaktion bedeckt, welche in verschiedenen, geringen Mengen cylindrische Zellen, rundliche Körnchenzellen — Uterindrüsensekret — einzelne Cilien, sehr selten intakte Flimmerzellen enthält (bei älteren Individuen auch Cholesterin, Monaden, Algen, freies Fett etc. — Donné, Taylor Smith, Scanzoni und Kölliker, Hennig, Schlossberger, Hausmann u. a. m.).

Die Schleimhaut des Uterus hat kein Bindegewebsgerüste. (Henle [5]) führt an, hie und da durch Auspinseln ein feines Netz blasser Fäden dargestellt zu haben. Dasselbe erhielt er bei Behandlung mit Kalilauge.) Sie besteht aus den gleich zu beschreibenden, schlauchförmigen Drüsen des Uterus, zwischen denen sich eine Masse scheinbar freier Kerne von 0·006–0·008 Mm. Durchmesser, lang gestreckter, oder vielfach gestalteter polyedrischer, plättchenförmiger Zellen, Faserzellen in den verschiedensten Entwicklungsstadien, eine verhältnissmässig grosse Menge Zwischensubstanz und von der innersten Schichte der Muscularis zum Grunde der Drüsen aufsteigende Muskelbündel finden.

Die zuerst von Malpighi [6]) angedeuteten, dann von Baer [7]), Burkhardt [8]), Eschricht und E. H. Weber [9]), dann von Krause [10]), Sharpey [11]), Reichert [12]), Bischoff [13]), abermals von E. H. Weber [14]) u. a. beschriebenen Glandulae utriculares finden sich beim Menschen nur in einer Form, während sie bei

---

1) Kölliker, Zeitschrift f. wissensch. Zoologie, 1. Bd.
2) Virchow, Fror. u. Schleiden's Notizen, über die Bildung der Decidua.
3) Robin, Mémoire pour servir à l'histoire anat. de la membr. muqueuse de l'ut. Arch. général Iuillet 1847.
4) Hennig, der Katarrh etc.
5) Henle, a. a. O.
6) Malpighi, Opp. 1687. Vol. II. S. 220.
7) Unters. über die Gefässverb. zwischen der Mutter und der Frucht. Leipzig 1828.
8) Observat. anatom. Kas. 1854.
9) E. H. Weber, Braunschweiger Naturforscherversammlung.
10) Krause, Anatomie. 2. Aufl. 1. Bd.
11) Sharpey, s. Canstatt. Jahresb. 1843. 1. Bd. S. 106.
12) Reichert, Müller's Archiv. 1843.
13) Bischoff, Entwickelungsgesch. d. Hundeeies, und Müller's Archiv 1846.
14) E. H. Weber, Zusätze zum Baue und der Verrichtung der Geschlechtsorgane 1846.

manchen Thieren in zwei Formen vorkommen, die aber noch theilweise z. B. beim Hunde (vgl. Sharpey [1]), Ercolani [2]), Friedländer [3])) Gegenstand der Controverse bilden.

Sie stellen verschieden lange, gewöhnlich einfache, oft aber auch von der Mitte oder unterhalb derselben ein- oder selten mehrfach getheilte, cylindrische oder gegen ihr Ende zu leicht kolbig werdende, blind endigende Schläuche dar, welche an der Oberfläche der Schleimhaut in das Cavum uteri münden. Gegen das freie Ende zu, welches mit nur etwas grösserer Oeffnung, als der Durchmesser des Drüsenkanales beträgt, in die Uterushöhle sieht, sind die Schläuche oft seitlich komprimirt oder dreikantig (Hennig [4]).

Sie krümmen sich nach den verschiedensten Richtungen, sind auch korkzieherartig gewunden, und es übertrifft zuweilen die Länge der Drüsen den Durchmesser der Uterusschleimhaut um ein Bedeutendes.

Im Grossen und Ganzen behaupten sie jedoch die senkrechte Richtung zur Schleimhaut, besonders am unteren Theile der Uterushöhle und in der Umgegend der Tubenmündungen, während sie im oberen Theile des Körpers und im Fundus eine schiefe, oft nahezu horizontale Richtung annehmen.

Die Basis dieser Drüsen, welche sich im normalen Uterus nur sehr schwer, im menstruirenden und geschwängerten Uterus leichter isoliren lassen und wegen ihrer vielfachen Krümmungen auch im Durchschnitte nur selten in der Totalität sichtbar werden, wird durch eine ungemein dünne, strukturlose Membran gebildet, in welcher sich, besonders beim menstruirenden Uterus öfter längsovale Kerne finden, welche übrigens von den Muskelkernen wohl zu unterscheiden sind, die bei der Isolirung an der Drüsenwand hängen bleiben.

Ueber das Epithel der Drüsen gebe ich hier der Wichtigkeit des Gegenstandes wegen die Darstellung von Gustav Lott [5]) vollinhaltlich wieder.

»Schon 1852 machte Leydig [6]) Mittheilung über eine Beobachtuug Dr. Nylander's, dass das Epithel der Uterindrüsen des Schweines ein flimmerndes Epithel sei.

Obgleich Leydig schon zum Schlusse dieser Mittheilung die Vermuthung aussprach, dass es sich bei den anderen Säugethieren und dem Menschen wohl ebenso verhalten dürfte, gelangten seitdem keine weiteren, dies Thema betreffenden Beobachtungen zur Publication.

Kölliker [7]) bestätigt einfach die Entdeckung Nylander's. Leydig [8]) selber nennt in seinem 5 Jahre nach der obigen Mittheilung erschienenen Lehrbuch der

1) a. a. O.
2) Ercolani, Giamb. delle glandule otricolare etc. 1868.
3) Friedländer, Unters. über den Uterus 1870.
4) Hennig, Katarrh der weibl. Geschlechtsorgane. 1870.
5) A. Rollett, Untersuchungen. II. Leipzig 1871.
6) Ueber Flimmerbewegung in den Uterindrüsen des Schweins. Müller's Archiv für Anat. u. Phys. 1852. p. 375.
7) Kölliker, Handbuch der mikroskopischen Anatomie 1852. Bd. II. p. 445—46.
8) Leydig, Lehrbuch der Histologie 1857. p. 518.

Histologie wieder nur das Schwein, und dasselbe thut Frey [1]) noch in der neuesten Zeit.

Soweit ihm die Literatur sonst zugänglich wurde, war jenes Fundes meist gar nicht Erwähnung gethan. Becker [2]), der den Genitalapparat des Menschen und mehrerer Thiere so eingehend auf Flimmerepithel durchsuchte, erwähnt der Uterindrüsen nicht, und Hennig [3]) fand sich sogar bei Besprechung der von ihm gesehenen Drüsen der Tuben zu dem Ausspruch veranlasst, es beruhe der Hauptunterschied zwischen folliculären Organen und blossen Schleimhautfältchen der menschlichen Tuba auf dem so hinfälligen Flimmerbesatze der Schleimhautoberfläche.

Auch Henle [4]) sagt ausdrücklich, dass sich das Cylinderepithel der Drüsen von dem der freien Oberfläche der Uterinscheimhaut nur durch den Mangel der Cilien unterscheide.

Auch die sonstigen Angaben über das uns beschäftigende Epithel gehen stark aus einander. Die Mehrheit der Autoren schreibt wohl dem Menschen und den meisten Säugethieren Cylinderepithel zu, jedoch thun dies nicht alle. So ergeben sich schon für den Menschen Differenzen, denn während z. B. Weber [5]), Kölliker [6]), Leydig [7]), Henle [8]), Frey [9]) und Hennig [10]) eines Cylinderepithels erwähnen, sprechen wieder andere, als Gerlach [11]), Scanzoni [12]), Schröder [13]), von einem Pflasterepithel. Kölliker nennt es ein regelmässiges, Henle und Hennig ausdrücklich ein flimmerloses Cylinderepithel, während Leydig die Bemerkung macht: »wahrscheinlich flimmert das Epithel der Drüsen nicht minder, wie die übrige Innenfläche des Uterus«.

Auch die Angaben betreffs verschiedener Thiere stimmen nicht ganz überein. Leydig [14]) schreibt den Drüsen der meisten Säuger (flimmerndes?) Cylinderepithel zu; die Drüsen des Kaninchens sollen nach Reichert [15]) und Ercolani [16]) Pflasterepithel tragen, welches nach Ercolani auch den Drüsen des Hundes und der Maus

---

1) H. Frey, Handbuch der Histologie u. Histochemie des Menschen. 3. Aufl, 1870. p. 539.

2) O. Becker, Ueber Flimmerepithelium und Flimmerbewegung im Geschlechtsapparate der Säugethiere und des Menschen. — Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. B. II. p. 71.

3) C. Hennig, Der Catarrh der inneren weiblichen Geschlechtsorgane, 2. Aufl. 1870. p. 137.

4) J. Henle, Handbuch der systemat. Anatomie des Menschen 1866. B. II. p. 460.

5) E. H. Weber, Zusätze vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorgane, 1846. p. 33.

6) a. a. O.

7) Lehrbuch der Histologie. p. 487.

8) J. Henle, Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. B. II. p. 460.

9) a. a. O.

10) a. a. O. p. 13.

11) J. Gerlach, Handbuch der allgemeinen und speciellen Gewebelehre des Menschen, 1850. p. 352.

12) F. Scanzoni, Lehrbuch der Geburtshilfe. 4. Aufl. B. I. p. 50.

13) C. Schröder, Lehrbuch der Geburtshilfe, 1870. p. 22.

14) a. a. O. p. 518.

15) Ueber die Bildung der hinfälligen Häute der Gebärmutter und deren Verhältniss zur Placenta uterina. Müller's Archiv f. Anat. u. Phys. 1848. p. 78.

16) G. B. Ercolani, Delle glandole otricolari dell' utero e dell' organo glandolare di nuova formazione, che nella gravidanza si sviluppa nell' utero delle femmine dei mammiferi e nella specie umana. Bologna 1868.

zukäme. Bezüglich des Schweins, der Wiederkäuer und Einhufer stimmen die meisten Angaben überein, dass deren Drüsen Cylinderepithel trügen. In jüngster Zeit erschien eine Abhandlung von Friedländer [1]), in welcher der Verfasser eines »flimmernden Cylinderepithels« der Uterin- (p. 25) und Cervicaldrüsen (p. 45) des Menschen, sowie der Uterindrüsen des Hundes (p. 55) Erwähnung thut. Friedländer stellt diese Thatsache, die er doch jedenfalls nicht als wohl beglaubigte in der Literatur vorfand, ohne jede weitere Beleuchtung hin. Es muss dies um so mehr auffallen, als wir uns überzeugen konnten, dass die Sichtbarmachung der Cilien fraglicher Zellen an conservirten Präparaten auf ausserordentliche Schwierigkeiten stösst, wie es in dem Folgenden auch dargethan werden soll, und man bei Friedländer ganz im Dunkeln bleibt, unter welchen Verhältnissen es ihm gelang, zur deutlichen Anschauung der Flimmern zu gelangen. Es hat den Anschein, dass er conservirte Präparate unter Augen hatte, und da wäre es wohl mehr als wünschenswerth, seine Methode zu kennen. Auch die Angabe Friedländer's, dass er Flimmerepithel in dem Cervix nicht geschlechtsreifer Mädchen sah, steht nicht im Einklange mit zahlreichen Beobachtungen Anderer.

Im Uterus der Kuh, des Schafes, Schweins, Kaninchens, der Maus und einer Fledermausart sah Lott an frischen Präparaten das Epithel der Uterindrüsen bis in den Grund derselben flimmern. In vier Fällen hatte seine Untersuchung frischer Objecte ein negatives Resultat; es betraf diese die Uteri des Kalbes, eines ganz jungen Meerschweinchens, eines verschnittenen Schweins und einer an einem pyämischen Process umgestandenen Stute.

In einigen Fällen sah er das Epithel der Drüsen noch lebhaft flimmern, wo das der Schleimhautoberfläche nicht nur nicht mehr flimmerte, sondern überhaupt keine Cilien mehr trug.

Als die beste Methode zur Beobachtung der Flimmerung ergab sich das sorgfältige Zerzupfen kleiner, mit der Scheere abgetragener Schleimhautstückchen in Jodserum, Humor aqueus oder einprocentiger Kochsalzlösung.

Der Cilienschlag war in den meisten Fällen ein äusserst lebhafter, doch von sehr wechselnder Ausdauer; während er bei Maus und Fledermaus schon nach wenigen Minuten stillstand, dauerte er unter gleichen Verhältnissen unter dem Deckglas beim Schaf eine Stunde und darüber.

Die Richtung des Cilienschlages war, im optischen Längenschnitt der Drüse betrachtet, stets von Grunde zur Mündung der Drüse hin, während im optischen Querschnitt der Drüse sich ein Wirbel bildete, woraus eine Schraubenlinie resultirt. Die Beobachtung in verschiedenen Schnittebenen gelingt an ein und demselben Schlauch, namentlich bei der Kuh, wegen der vielen, oft sehr scharfen Windungen, die er in seinem Verlaufe macht, unter entsprechender Handhabung der Stellschraube sehr leicht.

Um einzelne Zellen mit ruhenden, aber wohl conservirten Cilien zu erhalten, breitete er ein Stück des frischen oder in Jodserum gelegenen Uterus-Hornes des Schafes so aus, dass er mit einem bauchigen Scalpell ziemlich

1) Physiologisch-anatomische Untersuchungen über den Uterus. Von Dr. Carl Friedländer. Leipzig 1870.

kräftig, doch ohne zu schneiden, über die Schleimhaut hinwegstreichen konnte. Auf diese Art kann man die Epithelröhren der Drüsen, frei von allem umgebenden Bindegewebe, herausdrücken, und sieht da vielfach die Zellen noch ganz unverrückt in ihrer Lage. Kleine, abgebrochene Stücke des Schlauches legen sich häufig im Querschnitt auf den Objectträger, so dass man auch hier wieder die verschiedensten Schnittebenen betrachten kann. Man besieht sie entweder in Jodserum oder auch in kalt gesättigter Lösung von doppelt chromsaurem Kali, wodurch die Zellen sehr durchsichtig, Kerne und Contouren sehr scharf werden. Schwingen sah er dann die Cilien an solchen Präparaten, auch wenn sie im Jodserum lagen, nicht mehr, und die zur Ruhe gekommenen Cilien hatten sich schon verändert, waren jedoch noch insoweit klar, dass er sie als äusserst kurz und fein und als gedrängt stehend bezeichnen konnte.

An Schnitten von Uteris, die in Müller'scher Flüssigkeit oder in vierprocentiger Lösung von doppelt chromsaurem Kali und dann in Alkohol gelegen hatten, konnte er ebenso wenig wie an solchen aus Alkohol, zweiprocentiger Chromsäure- oder 0,001 procentiger Chlorpalladium-Lösung deutliche Cilien erkennen. Ebenso erhielt er auch durch Maceration in kalt gesättigter Lösung des doppelt chromsauren Kalis keine besseren Bilder. Er sah an solchen Präparaten immer nur am inneren Epithelrande regelmässige, dichtgereihte, knöspchenartige Erhabenheiten, die demselben eine Art von Streifung gaben. [1])

Desto genauer aber liess sich an gehärteten Präparaten die Form und Anordnung dieser Epithelzellen studiren; am schönsten an feinen Schnitten von Objecten, die in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und mit Carmin tingirt waren. Auch an solchen Schnitten übersieht man wieder auf engem Raume beisammen alle möglichen, theils wirklichen, theils optischen Schnittebenen der Drüsen, und es ist hiefür einerlei, ob man Längs- oder Querschnitte durch die Schleimhaut legt.

Die Zellen haben die Form eines Keils mit sechseckigem Querschnitt, dessen breite Fläche nach aussen und dessen Kante gegen das Lumen zu in der Weise gerichtet ist, dass die Kante der Längenrichtung des Schlauches entspricht.

Auf dem Querschnitt der Drüse hat jede Zelle die Form eines gleichschenkligen Dreieckes, dessen nach einwärts schauende Spitze abgestutzt ist. Die Zellen bilden je nach der Weite des Schlauches und je nach der Thierspecies in verschiedener Anzahl an einander gereiht einen Ring, der das sehr

---

1) In dem von Henle besorgten 6. Bande von S. Th. v. Sömmering, vom Baue des menschlichen Körpers 1841, p. 246 heisst es von den Cilien: »nach dem Tode erscheinen sie zuerst wie kleine Kügelchen und verschwinden dann völlig«. Ueber die Deutung der Streifung siehe auch Friedrich. Einiges über die Structur der Cylinder- und Flimmerepithelien. Arch. f. path. Anat. u. Phys. Bd. XV. p. 535.

verschieden weite Lumen der Drüse umschliesst. Je enger das Lumen und je weniger Zellen den Ring bilden, um so mehr nähert sich ihre Form dem Dreieck, d. h. desto schmäler ist der innere Rand, und desto rascher convergiren ihre Ränder nach innen zu. Dieser Darstellung entsprechen auch vollkommen die Abbildungen von Henle[1]) und Kölliker[2]), namentlich aber von ersterem, während Kölliker nur ein paar sehr weite Schläuche zeichnet, in denen die Dreieck-Form natürlich nicht so klar hervortritt. Anders ist die Sache bei Hennig[3]) dargestellt, wo die Zellen fast wie ausser Zusammenhang in das Drüsenlumen hinein flottiren.

An Längenschnitten hingegen bieten die Zellen allenthalben die Form eines Parallelogramms mit stets überwiegendem Höhendurchmesser. Lott hebt dies hervor im Gegensatze zu mehreren Angaben, die dem Hund (Ercolani)[1]), dem Kaninchen (Reichert[5]) und Ercolani) und der Maus (Ercolani), sowie selbst dem Menschen (Gerlach[6]), Scanzoni[7]), Schröder[8])) Pflasterepithel zuschreiben. Lott fand indess das bezeichnete Verhältniss überall ausgeprägt, wenn auch nicht bei allen Thieren in gleichem Maasse.

Die Form der Zellen erleidet nur an den Stellen eine Modification, wo die Drüsen schärfere Windungen machen, indem sich an diesen die Zellen auch im Längsschnitte nach einer Seite hin zuspitzen, und zwar so, dass sie an der convexen Seite des Schlauches ihre spitzeren Enden nach einwärts, an der concaven Seite hingegen nach auswärts richten.

Durch entsprechende Veränderungen der Einstellungsebene kann man sich auch ein klares Bild der Zellgrenzen an der äusseren und inneren Oberfläche der Schläuche verschaffen und sich so die Vorstellung von der Form der erwähnten Zellen ergänzen. An der äusseren Oberfläche bilden die Zellen eine schöne Mosaik von ziemlich regelmässigen Sechsecken (die Basis des Keils), während die innere Oberfläche eine solche von Sechsecken zeigt, die in der Längsrichtung des Schlauches lang, in dessen Querdurchmesser hinwieder sehr schmal erscheinen (die Kante des Keils). An Präparaten aus Müller'scher Flüssigkeit sieht man diese Mosaiken am klarsten.

Den meist sehr grossen (namentlich beim Hund) und stets einfachen Kern fand er ohne Ausnahme im äusseren Abschnitt der Zelle gelegen, wie es auch Henle[9]) und Kölliker[10]) abbilden, während Hennig[11]) denselben beim Menschen in einer, »oft wie keulenförmigen Verdickung ihres inneren Endes« liegend beschreibt, was dieser niemals sah. Allerdings aber fand Lott den Kern hie und da so gross, dass er mit einem Theile auch in den inneren Abschnitt der Zelle hineinragte. Im frischen Zustand erscheint derselbe grob granulirt,

---

1) a. a. O. Figg. 538 u. 539.
2) Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, 5. Aufl. 1867.
3) a. a. O. Taf. III, Fig. 10.
4) a. a. O. 5) a. a. O. 6) a. a. O. 7) a. a. O. 8) a. a. O.
9) a. a. O. 10) Gewebelehre. 11) a. a. O. p. 13.

viel stärker lichtbrechend als das feinkörnige, matter erscheinende Protoplasma.

Die keilförmigen Zellen tragen an ihrem schmalen, nach einwärts gerichteten Ende die Cilien. Lott kann indess nach dem Erörterten nicht mit Bestimmtheit angeben, ob diese allen Zellen gleichmässig zukommen, doch ist dies sehr wahrscheinlich wegen der sehr übereinstimmenden Form aller Zellen einerseits, andrerseits wegen der auf der ganzen Reihe der Zellen vorkommenden knöspchenartigen Vorragungen, die er oben beschrieb, und die er für Residuen der Cilien halte.

Ausser von den erwähnten Thieren wurden noch Uteri anderer Säugethiere (Katze, Hund, geschlechtsreifes Meerschweinchen, Pferd und Mensch) an gehärteten Präparaten untersucht und das Uebereinstimmen der Epithelien in all den bezeichneten Charakteren constatirt.

Das Epithel der Schleimhaut ist einem fortwährenden Wechsel unterworfen[1].

Uebrigens ist es mehr als wahrscheinlich, dass sich nach jeder Menstruation das Epithel neu bildet.)

[Dass im Uterus ungewöhnlich rasche und fortwährende Veränderungen in den Epithelformationen stattfinden, dafür spricht die Beobachtung, dass die Maassverhältnisse der die Schleimhaut constituirenden Theile je nach den Entwickelungsperioden, in denen sich dieselbe befindet, ungemein variiren.

So misst die im normalen Zustande 1·0—1·8 Mm. dicke Schleimhaut zur Zeit der Menses 4—6 Mm.; die Drüsen, im normalen Uterus 0·03—0·1 Mm. von einander entfernt, rücken so nahe zusammen, dass nur ganz schmale Schleimhautleisten zwischen ihnen bleiben, ihre Länge, sonst höchstens 2 Mm. betragend, steigt auf 7 Mm., ihr Durchmesser von 0·05 Mm. in der Menstruation auf 0·1, nach der Conception auf bis 0.240 Mm. und sogar die Epithelzellen, welche Schleimhaut und Drüsen auskleiden und im normalen Zustande 0·015—0·04 Mm. hoch sind, erreichen bei Menstruation und Schwangerschaft mehr als das Doppelte ihres Volumens].

Die Schleimhaut des Cervix, welche sich von der des Körpers in scharfer Linie abgrenzt, ist viel derber, fester und heller als die des Körpers. Ihre Dicke variirt von 0·25—3·00 Mm. Besonders an der hintern Wand findet sich zwischen ihr und der Muscularis eine über das Orific. internum bis in den Körper reichende Bindegewebslage (Rokitansky[2], Klob[3])).

Die Innenfläche der mit Schleimhaut bekleideten Cervicalhöhle zeigt an der vorderen und hinteren Wand die, als sich baumförmig verzweigende Kämme bekannten Plicae palmatae, von denen die vorderen rechts, die der

1) Kölliker a. a. O.
2) Rokitansky, Lehrb. d. pathol. Anatomie. 3. Bd.
3) Klob, Pathol. Anatomie der weibl. Sexualorgane, 1864.

hinteren Wand etwas nach links gelagert sind [1]. Die Substanz dieser Kämme bildet festes, viele Bindegewebskörperchen, weniger Muskelfasern und nur sehr spärliche elastische Fasern enthaltendes Gewebe.

In der Substanz dieser Kämme finden sich, mit Ausnahme des untersten glatteren Theiles der Cervicalhöhle, die sogenannten »Schleimbälge des Cervix«.

Diese sind meist rund oder von den Seiten her abgeplattet, oder im nicht gefüllten Zustande faltig zusammengedrückt, von sehr wechselnder Grösse (je nach der Dicke der Schleimhaut) und münden durch eine 0·1—0·3 Mm. grosse Oeffnung oder auch durch einen kurzen breiten Ausführungsgang auf die freie Oberfläche, wo sie ihren Inhalt, den glashellen, fadenziehenden, in Weingeist gerinnenden Schleim von starker alkalischer Reaktion entleeren. Friedländer beschreibt in diesem Schleime Becherzellen. Die vom selben Autor gemachten Angaben bezüglich zweier Drüsenformen, scheinen sich dahin zu reduziren, dass bei Erwachsenen die in der Kindheit feinsten Schleimbälge durch das Wachsthum der Schleimhaut röhrig ausgezogen werden und durch ihr eigenes Wachsthum in der Pubertät gezwungen werden, sich der Länge nach auszudehnen. Sie bestehen aus einer strukturlosen Membran, welche aber mit dem Bindegewebe und den zu den Drüsen ziehenden Muskelfasern so fest verwachsen ist, dass ihre Isolirung nicht gelingt.

Ausgekleidet sind diese Drüsen von einem annähernd kubischen Epithel, dessen Kerne ebenfalls der Wand näher stehen als dem Lumen.

In der unteren Hälfte des Cervix besitzt die Schleimhaut zwischen den Drüsenmündungen schlanke, feine, 0·2 Mm. hohe, mit Flimmerepithel bedeckte Papillen mit je einer Gefässschlinge (Kölliker [2], Hennig [3]), Taylor Smith [4]) u. a.).

[Hjalmar Lindgren erwähnt noch einer dünnen, zellenfreien Schichte, dicht unter dem Epithel, welche von den Ausläufern der Bindegewebskörperchen durchkreuzt werden soll.]

Das Epithel der Cervicalschleimhaut ist in ihrer ganzen Ausdehnung oder nur in den oberen 2 Dritteln ein flimmerndes Cylinderepithel, dessen Zellen an ihrem wandständigen Ende öfter in einen Faden ausgezogen erscheinen (Friedländer). Gegen den äusseren Muttermund zu wird es ein mehrfach geschichtetes, alle Uebergangsformen zeigendes Pflasterepithel.

Ausser den oben beschriebenen Schleimdrüschen kommen ganz konstant, nur in wechselnder Menge und Ausbreitung — selbst bis auf die äussere Fläche der Vaginalportion hinaus — 0·3—5 Mm. und darüber haltende, dem-

---

1) Hjalmar Lindgren Studier öfver lifmoderns byggnad hos menniskan. Canstatt. Jahresb. 1867. 1. Bd. S. 25.
2) Kölliker Gewebelehre.
3) Hennig, Katarrh d. weibl. Geschlechtsorg.
4) Taylor Smith Med. Chir. Transactions XXXV.

nach öfter in die Muscularis reichende, geschlossene, wasserhelle oder weingelbe Bläschen vor — Ovula Nabothi, welche theils als primäre Neubildungen, theils als Retentionscysten aufzufassen sind (Rokitansky[1]), Förster[2]), Hirsch[3]), Kölliker[4]), Virchow[5]) u. a.).

In der Schwangerschaft und zur Zeit der Catamenien nimmt auch die Schleimhaut des Cervicaltheiles am allgemeinen Wachsthum Theil; die Kämme verschwinden in dem Maasse, als die Schleimbälge, die jetzt eine Länge von 1—2·75 Mm. erreichen, sich vergrössern, so dass von der Schleimhaut nichts als ein bis 3 Mm. hohes, dünnbalkiges Gerüst überbleibt, während die Schleimdrüsen, deren Epithel ebenfalls grösser, succulenter wird, den massenhaften Schleim absondern, welcher in der Schwangerschaft den Cervix verschliesst.

An der Aussenfläche der Vaginalportion verschwindet jede Faltung und Drüsenbildung. Die von Robin[6]) und Wagner[7]) beschriebenen Drüsen der Portio vaginalis sind, wenigstens beim normalen Weibe[8]), nicht wieder aufgefunden worden, dagegen besitzt die Schleimhaut sehr viele, einfache oder zusammengesetzte Papillen, mit je einer Gefässschlinge, von je etwa 0·5 Mm. Höhe, die durch eine dicke, oft 10fache Lage von Epithelzellen bedeckt sind. Das Epithel selbst, als Ganzes sehr leicht abziehbar, hat in der untersten Lage walzenförmige Zellen, die sich nach und nach abplatten, keulenförmig, ellip- tisch, stachelig werden, bis sie in den obersten Schichten nur mehr ganz dünne, kleine Plättchen darstellen, die durch eine verhältnissmässig grosse Masse Kittsubstanz mit einander verbunden sind.

Die von den Cervical- und adnexen Ganglien und dem Plexus hypogastricus stammenden Nerven treten am Seitenrande des Halstheiles und im Lig. latum in horizontaler Richtung in die Muscularis und breiten sich symmetrisch, ohne immer dem Laufe der Gefässe zu folgen, an der Vorder- und Hinterseite des Organes aus. Im Grossen und Ganzen soll der Cervix, in welchem man nervöse Fasern bis gegen die Schleimhaut hin verfolgen kann, mehr Nerven enthalten, als der Körper (Kilian[9]); dagegen soll der Fundus uteri empfindlicher sein, als jede andere Parthie der Schleimhaut (Lazarewitsch[10]) u. a.).

Im Uterus finden sich doppelt kontourirte und blasse Fasern, sowie nach

---

1) Rokitansky a. a. O.
2) Förster, Handbuch der allg. pathol. Anatomie.
3) Hirsch, Ueber Histologie und Formen der Uteruspolypen. Dissert. inaug. Giessen, Canst. Jahresb. 1855. 2. Bd.
4) Kölliker a. a. O.
5) Virchow, Krankhafte Geschwülste. 1. Bd. 264.
6) Robin, Gazette des Hôpitaux. 1852. 11.
7) E. Wagner, Arch. f. Physiol. Heilkunde. XV. S. 495.
8) Friedländer a. a. O. S. 47.
9) Kilian, Nerv. des Uterus. Zeitschr. f. ration. Mediz. 1851.
10) Lazarewitsch, the Lancet. 1867, N. 17.

den Untersuchungen von Frankenhäuser[1], Koch[2], Kehrer[3], Luschka[4], Polle[5]) u. a. (wenigstens bei Thieren) in der Submucosa Ganglien, mit denen je 2—3 blasse Nervenfasern in Verbindung stehen.

Eine weitere Unterscheidung der Nerven ist zur Stunde nicht möglich, da ihre Endigungsweise in der Schleimhaut nicht bekannt ist. Kilian, Polle u. a. beschreiben allerdings das Eintreten von Nervenfasern in die Papillen des Cervix; Hjalmar Lindgren findet sogar ein feines Netz blasser Fäden, mit interponirten, stark lichtbrechenden, feinkörnigen Klümpchen, welche sich büschelförmig auflösend bis zum Epithel sich erstrecken sollen; doch ist die nervöse Natur dieser Fäden nicht über jeden Zweifel erhaben.

Die Verbreitung der Nerven im Muskelgewebe des Uterus wurde in letzter Zeit vielfach Gegenstand der Untersuchung; nach Frankenhäuser[6]) sollen aus dunkelrandigen Fasern entstandene blasse Nervenfasern Netze um die Muskeln bilden, bevor sie, zu kern-, dann zu knötchen-führenden Fasern geworden, ihre Endigung im Kerne der Muskelzelle finden (Arnold[7])).

Auch an den Nerven ist in der Schwangerschaft ein unzweifelhaftes Grössenwachsthum zu finden (W. Hunter, Tiedemann, Remak u. a.) und nach Kilian lassen sich in der Schwangerschaft weiter als im jungfräulichen Zustande doppelt kontourirte Nerven verfolgen.

Die Blutgefässe des Uterus stammen aus den Artt. uter. hypogastrica, uterina aortica (Luschka) u. d. Art. spermatica externa; die Venen sammeln sich in zwei Geflechte, den Plexus uterinus und den Plex. pampiniformis.

Die beiden erstgenannten Arterien treten am Seitenrande des Uterus bogenförmig zusammen, von wo ziemlich starke Gefässe in die Muskelschichte eindringen, sich rasch verzweigen, mit den Arterien der anderen Seite capillar anastomosiren (Hyrtl[8])), die Muskelbündel umspinnen und von da bis zur Schleimhaut dringen. Dort bilden sie, nachdem sie die Drüsen mit Capillaren umgeben, der Oberfläche nahe ein unregelmässiges Netz weiterer Gefässe, aus welchem die klappenlosen dünnwandigen Venen entstehen.

In dem Cervicaltheile findet sich eine viel regelmässigere Anordnung der Gefässe, die dort eine unverhältnissmässig dickere Wand besitzen, so dass das Lumen etwa den 3. Theil des Gesammtdurchmessers beträgt (Henle). Gegen die Cervicalhöhle zu bilden die in den Scheidewänden der Schleimdrüsen senkrecht gegen die Oberfläche verlaufenden Gefässe ein ganz oberflächliches Capillarnetz, das jede Papille mit einer Gefässschlinge versieht.

---

1) Frankenhäuser, Jenaische Zeitschrift, 1864. 1. Hft.
2) Koch, Ueber das Vorkommen von Ganglienzellen an den Nerven des Uterus. Göttingen 1865.
3) Kehrer, Beiträge zur Geburtskunde 1864.
4) Luschka, a. a. O. S. 378.
5) Polle, die Nervenverbreitung in den weibl. Genitalien. Gött. 1865.
6) Nerven der Gebärmutter.
7) a. a. O.
8) Hyrtl, Topograph. Anatomie 1860. 2. Bd. 180.

Nach aussen, gegen die Labien, sieht man in der Muscularis bis in die Schleimhaut reichende, oft leicht geschlängelte, oder am oberen Theile korkzieherartig gewundene, dünne Arterien, welche knapp unter dem Epithel das Kapillarnetz bilden, die Papillen mit Schlingen versehen, und aus welchen wieder zurücklaufende Venen ihren Ursprung nehmen.

(Auch die Blutgefässe, die bei der Conception ganz colossale Dimensionen erreichen, erfahren ein Wachsthum und Neubildung der contractilen Elemente.)

Die Lymphgefässe bilden in den peripheren Schichten dicht unter dem Peritoneum am schwangeren Uterus grosse Netze und Geflechte. Die vom Körper des Uterus kommenden Lymphgefässe ziehen zum Plexus pampiniformis, um sich mit Lymphdrüsen der Lumbargegend zu vereinigen, während die vom Halse kommenden zu den Lymphdrüsen des kleinen Beckens gehen (Luschka). Die Lymphgefässe im Inneren des Uterus sind noch so gut wie unbekannt.

(Hjalmar Lindgren beschreibt im Collum die Lymphgefässe als Bögen, aus denen sich blindsackförmige, mit sinuösen Rändern versehene Ausläufer gegen das Epithel zu erstrecken.)

Untersuchungsmethoden.

Die grobe Faserung des Uterus studirt sich am besten bei schwangeren, frischen oder etwas in Alkohol gehärteten, oder in einem Gemisch von 1 Vol. Theil Salzsäure und 90 Vol. Theilen Alkohol eine Zeit lang erwärmten Gebärmüttern. Um dieselbe auf Durchschnitten zu beobachten, empfiehlt sich Lufttrocknung von Alkoholpräparaten oder nach vorgängigem Kochen in verdünntem Holzessig.

Zur Isolirung der Muskelfasern verwendet man sehr verdünnte 0·1 – 0·01 % Chromsäurelösung, chromsaures Kali, Jodserum, Kalilauge, Essigsäure von 1 – 2 %, 20 %ige Salpetersäure, Moleschott'sche Flüssigkeit, bis zum Sieden erhitzte ½ %ige Salpetersäure, Holzessig allein oder mit Glycerin gemischt.

Zur Härtung behufs Studiums der Epithelien und Nerven eignet sich Chromsäure, chromsaures Kali, abwechselnd oder gemischt, Müller'sche Flüssigkeit, das Gefrierenlassen; für die feinste Nervenverzweigung noch Holzessig in Glycerin.

Zur Tinktion Carmin, Anilin, Pikrinsäure, Chlorpalladium, Chlorgold.

Weitaus am wichtigsten aber ist die Untersuchung möglichst frischer Präparate, die mit Eiweisslösung oder Jodserum befeuchtet werden.

II.

Placenta.

Diese Beschreibung ist von Dr. Reitz aus Petersburg geliefert worden, der die darauf bezüglichen Arbeiten unter meiner Leitung ausgeführt hat.

Stricker.

Die Placenta des Weibes ist bekanntlich aus dem mütterlichen und foetalen Theile, die vom 4. Monate der Schwangerschaft an auf's innigste mit einander vereinigt sind, zusammengesetzt. Der mütterliche Theil, die Placenta uterina, die durchschnittlich eine Dicke von $1/4$ bis $1/2$ Mm. hat, besteht hauptsächlich aus grossen, zelligen Elementen. Die zumeist feingranulirten, der Form nach aber höchst mannigfaltig gestalteten Zellen zeigen einen deutlichen, grossen, rundlichen Kern mit einem oder mehreren Kernkörperchen; zuweilen sind auch zwei oder mehrere Kerne vorhanden; viele Zellen sind dabei mit einem oder mehreren längeren oder kürzeren Fortsätzen versehen. Zwischen diesen Zellen befinden sich hie und da die von Kölliker [1]) angeführten, grosse Blasen mit angehäuften Kernen.

Die Zellen liegen gewöhnlich so dicht an einander, dass sie beinahe die ganze Dicke der Placenta uterina bilden, manchmal sind sie mehr gruppenweise angeordnet, zuweilen auch ganz vereinzelt, in der Grundsubstanz eingebettet, die als faseriges Gewebe, oder stellenweise als hyaline feinkörnige Masse erscheint. Zwischen diesen Zellen fand ich [2]) noch kolossale eingekapselte Zellen mit grossen bläschenförmigen Kernen und Kernkörperchen; diese Zellen hatten durch ihren grobkörnigen Inhalt, Kerne und Kernkörperchen, sowie durch ihre bedeutende Grösse und das Eingelagertsein in Kapseln eine auffallende Aehnlichkeit mit Ganglienzellen.

Das Vorhandensein der glatten Muskelfasern, die zuerst Ecker [3]) und später Kamenew [4]) in der Placenta uterina beschrieben haben, wurde von allen

---

1) Entwickelungsgeschichte 1861.
2) Sitzb. d. K. Akademie d. Wissensch. Mai-Heft. Wien 1868.
3) Icon. phys. Erkl. d. Taf. XXVIII.
4) Mikrosk. Unters. d. Blutgefässe des Muttertheils der Placenta. Medicinsky Westnik. 1864. No. 18.

anderen Forschern sonst vollständig negirt; ich konnte bei meinen Untersuchungen die glatten Muskelfasern constant in den äusseren Schichten der Placenta uterina wahrnehmen. Die glatten Muskelfasern fanden sich hier in einer ziemlich beträchtlichen Anzahl und öfters schichtenweise angeordnet; an isolirten Präparaten, die nach der Angabe von Jassinski[1]) mit Salzsäure behandelt worden waren, konnte man in manchen Zellen einen deutlichen, vollständig ausgeprägten, stäbchenförmigen Kern nachweisen. Ausserdem befindet sich in den verschiedenen Schichten der Placenta uterina eine nicht unbedeutende Zahl spindelförmiger Zellen, deren Charakter sich nicht näher bestimmen lässt.

Die Fortsätze der Placenta uterina, die als Scheidewände die Cotyledonen begrenzen und sich mannigfaltig verzweigen und theilen, dringen tief in den fötalen Theil, ohne aber jemals, wie es schon Kölliker hervorgehoben hatte, die innersten Theile der Placenta foetalis zu erreichen. Ein directer Uebergang dieser Fortsätze ins fötale Gewebe existirt nicht; sondern sie grenzen nur an der Peripherie der Cotyledonen, so dass man im Centrum der secundären Cotyledonen (Kamenew), zwischen den Zotten nie mütterliches Gewebe vorfindet. In den feineren Verzweigungen dieser Fortsätze, die als faseriges Gewebe erscheinen, findet man nur höchst selten — die zelligen — Elemente der Placenta uterina wieder.

Ueber das Verhalten der Blutgefässe in der reifen Placenta haben die Untersuchungen Kölliker's, Virchow's[2]) u. A. gezeigt, dass zwischen den Arterien und Venen der Placenta uterina kein Capillarnetz vorhanden ist, sondern dass die Gefässe durch sinuöse, zusammenhängende Räume in Verbindung stehen.

Diese Bluträume, welche die ganze Placenta foetalis durchziehen und in die fötalen Zotten frei hineinragen — sind einzig und allein vom Placentargewebe begrenzt.

Die Existenz einer dünnen Membran, die zuerst E. H. Weber[3]) als Auskleidung der mütterlichen Bluträume beschrieben hatte, wurde durch die nachfolgenden Untersuchungen (Kölliker, Bidder[4])) nicht bestätigt.

Der fötale Theil, die Placenta foetalis wird durch die Entwickelung der Chorionzotten, in denen sich Aeste der beiden Arterien und die Vena umbilicalis des Embryo ausbreiten, gebildet.

Die Zotten der Placenta foetalis haben vor Kurzem durch Jassinsky eine erneute Bearbeitung erfahren. Er bestätigt die Ueberkleidung der Zotten durch ein Pflasterepithel; ausserdem giebt er an, dass das Pflasterepithel noch von einem Cylinderepithel überzogen sein kann. Indem nämlich die Zotten

---

1) Zur Lehre über die Structur der Placenta. Virch. Archiv. Octob. Heft 1867.

2) Ueber die Bildung der Placenta 1853. Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftl. Medicin.

3) R. Wagner. Phys. 3. Aufl.

4) Zur Histol. der Nachgeburt. Holst's Beitr. zur Gynäcol. u. Geburtsk. 1867. Heft 2.

in die Uterusdrüsen hineinwachsen, bleibe das Cylinderepithel derselben auf den isolirten Zotten haften. Meine Untersuchungen zeigten mir über das Verhalten des Ueberzuges folgendes: Es kommen Zotten vor, welche Cylinderepithel tragen; unter diesen ist aber weiter keine Epithelschichte anzutreffen, es grenzt das Cylinderepithel an den Zottenraum, welcher die Blutgefässe trägt. Die jungen Zotten dagegen sind nicht von Cylinderzellen bekleidet, aber auch nicht von Pflasterzellen, überhaupt nicht von abgegrenzten Zellenkörpern; sie bestehen vielmehr bloss aus Protoplasma mit zahlreich eingebetteten Kernen. Die Zotten wachsen bekanntlich aus, und das geht so vor sich, dass aus der Substanz einer Zotte Protoplasmafäden oder Knoten hervorgetrieben werden. Der Faden oder Knoten verlängert und verdickt sich, es häufen sich in demselben Kerne an, und noch immer hat man es mit keiner nachweisbaren Zellengruppe, sondern nur mit einer zusammenhängenden Protoplasmamasse zu thun. Später bildet sich in den Zotten ein Hohlraum, aber auch zu dieser Zeit kann man selbst mit Zuhilfenahme von Silberfärbung keine Epithelzellengrenzen wahrnehmen.

Aus dieser Protoplasmamasse mit eingestreuten Kernen wird aber bald ein aus Cylinderzellen bestehender Zottenmantel gebildet. In dieser Weise muss man den histologischen Befund in Anbetracht der neben einander liegenden Entwickelungsstufen deuten. Man findet fadenförmige solide Zotten, dann dickere, dann solche mit vielen Kernen, solche, die im Inneren eine Höhle bergen, und endlich solche, welche um die Höhle herum nur Cylinderzellen tragen.

Ich muss noch beifügen, dass ich den die Zotten nach aussen begrenzenden Saum, der schon von Goodsir[1]) und Schröder van der Kolk[2]) als eine selbständige Membran aufgefasst wird, manchmal abgehoben und isolirt von der Grundsubstanz wahrnehmen konnte; dabei sah man häufig die Kerne durch eine mehr oder minder beträchtliche Masse der Grundsubstanz von dem Saum getrennt. Ich weiss nicht, ob die Grenzmembran schon im Leben existirt. An frischen Zotten kann man mit den besten Vergrösserungen keine doppelten Contouren nachweisen. Die Membran, welche nach der Methode Jassinsky's (Maceration in Salzsäure) stellenweise abgelöst gefunden wird, kann auch ein Produkt der Gerinnung der oberflächlichen Protoplasmaschichte sein. Es ist ferner nicht wahrscheinlich, dass sich auf den als Protoplasma auswachsenden Fänden eine Membran bildet, da man nachträglich über den Cylinderzellen die frei an der Oberfläche liegenden Zellcontouren sieht.

Die Gefässe der Zotten liegen der Zottenwand nicht direct an, sie flottiren vielmehr in einem Zottenraum, den man also einen perivasculären Raum nennen kann. Dieser Raum ist gewöhnlich am mächtigsten an den Zottenenden

1) Anat. and pathol. researches. Edinb. 1845.

2) Waarnemingen over het Maaksel van de menschliske Placenta en over haren Bloedsomlook. Amsterdam 1851.

und an den Zottenauswüchsen, in welche die Gefässe eben nur hineinragen, entwickelt.

Schröder van der Kolk hat zuerst nachgewiesen, dass Arterien und Venen in den Zotten nicht allein durch einfache Schlingen in einander übergehen, sondern dass sie auch zahlreiche Capillarnetze bilden.

Mit den Gefässen wächst auch das Bindegewebe des Chorions in die Höhle der Zotten hinein. In den Zottenstämmen zeigt dies Bindegewebe (Virchow's Schleimgewebe) einen deutlichen faserigen Bau; in den Zottenenden erscheint es aber als structurlose Intercellularsubstanz, in der man keinen faserigen Bau mehr nachweisen kann.

In diesem Zottengewebe sind runde, spindelförmige und sternförmige Zellen eingelagert, die von Kölliker als Bildungszellen des Bindegewebes aufgefasst werden; ausserdem sind auch Kerne vorhanden, um welche kein Zellleib wahrnehmbar ist. Dies Zottengewebe geht direct in die bindegewebige Grundlage des Chorions über. Zwischen Chorion und Amnios findet sich noch ein gallertiges Gewebe, die sogenannte Membrana intermedia; die nach Bischoff's [1]) (Kölliker-Bidder) Untersuchungen den Rest der ursprünglich zwischen Chorion und Amnios befindlichen Flüssigkeit darstellt. Zellige Elemente und Gefässe finden sich in dieser gallertigen Schicht nicht.

---

1) Beitrag zur Lehre von den Eihüllen des menschl. Fötus, 1834.

III.

Der Eileiter.

Diese Beschreibung rührt von dem Stud. med. GRÜNWALD her, der die darauf bezüglichen Arbeiten unter meiner Leitung ausgeführt hat.

Stricker.

Der Eileiter (Tuba oder Muttertrompete.)

Der Eileiter entspringt beim Menschen am oberen seitlichen Rande des Uterus, hinter und etwas über dem Ursprung des Ligamentum teres uteri. Was seinen Verlauf betrifft, so liegt er am oberen freien Rande des Lig. latum, welches sich wie ein Mesenterium zu ihm verhält (HENLE [1])), und ist derselbe ein theils gerader, theils geschlängelter. Der gerade Theil — Isthmus — (BARKOW) liegt dem Uterus näher als der geschlängelte — Ampulle — (HENLE).

Anders ist der Verlauf bei den Säugethieren. Hier sind die Tuben bald im Anfang vom Uterus an geschlängelt, und erst gegen das Ovarium zu gestreckt, bald verhält es sich umgekehrt. Zuweilen verlaufen sie auf der ganzen Strecke in kleinen Windungen; oder sie sind wie ein Knäuel gewunden und in einander geschlängelt, wie bei der Ratte (MEYERSTEIN [2])), bei Simia silvanus und noch mehr bei Opossum (BLUMENBACH, vergleichende Anatomie p. 486).

Die Tuben sind nicht immer gleich lang; es ist bald die rechte, bald die linke länger. Der Isthmus ist stets kürzer als die Ampulle, obwohl das Verhältniss der Länge zwischen beiden sich bei den verschiedenen Säugethieren verschieden verhält.

Beim Huhn ist, wie bei fast allen Vögeln, nur ein Eileiter vorhanden, welcher linkerseits liegt.

---

1) Lehrb. der Anatomie. 2. Theil.

2) HENLE und PFEIFER's Zeitschrift. 3. Reihe. Bd. 23. S. 63. »Ueber die Eileiter einiger Säugethiere.«

Ursprünglich sind zwar die Anlagen zu paarigen weiblichen Geschlechtsorganen vorhanden, doch verschwindet im Laufe der Entwicklung gewöhnlich die Anlage auf der rechten Seite [1]. Derselbe steigt, mehr oder weniger gewunden, vor der linken Niere zur Cloake abwärts. Am untersten Abschnitte erweitert er sich plötzlich und wird zum Eihalter (Uterus). Befestigt ist er an einer Peritonealfalte.

Bei den Amphibien ist der Eileiter wieder doppelt. Bei Buffo cinereus reicht er bis über die Lungenwurzel hinauf und ist hier, an seinem abdominalen Ende, etwa auf 8—10‴, mittelst einer Bauchfellfalte an die hintere Bauchwand befestigt. Der übrige Theil ist vielfach geschlängelt. Am untersten Ende wird er plötzlich weiter und endigt in einer blasigen Auftreibung, aus welcher man erst in die Cloake gelangt.

Durch das enge Ostium uterinum steht der Eileiter beim Menschen und bei den Säugethieren in Verbindung mit der Höhle des Uterus, und zwar beim Menschen mit der oberen Ecke desselben. Hier ist auch diese Oeffnung so eng, dass eine feine Borste kaum durchgeschoben werden kann. Doch erweitert sich der Canal in dem Maasse, als er sich dem äusseren Ende — Ostium abdominale — nähert, bis er sich an seiner Mündung abermals verengt. Hamler nahm nach der Erweiterung der Tuba nochmals eine Verengerung, etwa in der Mitte derselben, an; dasselbe that Weber [2]. Meckel [3] giebt die Weite des Ost. uter. auf $\frac{1}{2}$‴, die des Ost. abd. auf 3—4‴, Krause [4] das Ost. uter. auf $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$‴, die weiteste Stelle vor dem Ost. abdominale auf 2‴ an. Huschke [5] giebt letztere Stelle sogar auf 3—4‴ Weite an.

Am Ost. abdom. erweitert sich die Tuba beim Menschen trichterförmig, welcher Trichter aber durch tiefe, radienartig angeordnete Einschnitte in viele Lappen oder Fransen (Fimbriae) zerfällt, die theils spitz, theils rund sind. An der inneren Fläche dieser Lappen befinden sich theils quere, theils longitudinale Leisten, die sich von der Schleimhaut der Ampulle fortsetzen, und nicht ausgeglichen werden können. Besonders übertrifft eine Fimbrie die anderen an Länge. Es ist dies die von Henle sogenannte Fimbria ovarica, welche mit ihrer Peritonealfläche an dem scharfen und freien Rande des Ligamentum infundibulo-ovaricum (Henle) — einer secundären Falte des Lig. latum, zwischen lateralem Ende des Eierstockes und Infundibulum — befestigt ist. Diese Fimbrie reicht bis zur Spitze des Ovariums, wo ihr Peritonealüberzug mit der Albuginea des Eierstocks sich verwebt. In vielen Fällen jedoch reicht sie nicht bis zum Eierstocke, wo dann dann das Lig. inf. ovar. eine Furche bildet. In den Fällen, wo zwischen Fimbr. ovar. und Ovarium ein Zwischenraum bleibt, soll der dazwischen befindliche scharfe und nackte Rand der Peritonealfalte mit Flimmerepithel versehen sein.

---

1) Stannius, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, p. 333.
2) Bd. III, p. 616.
3) Bd. IV, p. 516.
4) Bd. I, p. 559. 5) p. 470.

Beim Huhn ist jedesmal zwischen Eierstock und Eileiter eine Furche vorhanden. Was das Ost. abdom. betrifft, so fand ich an den vier Hühnern, die ich untersuchte, ein doppeltes Verhalten: In drei Fällen endigte der Eileiter blindsackförmig und war an seiner Kuppe mit einem schiefen Einschnitt versehen, welcher in einen dünnwandigen Trichter führte. Dieser Einschnitt lag in der genannten Furche. Doch waren dies junge Thiere, die noch keine Eier legten. Das vierte war eine alte Henne; hier war das Ost. abd. trichterförmig, fast wie beim Menschen.

Bei Buffo cinereus liegt die Abdominalöffnung am oberen befestigten Ende in einer Querfalte des Bauchfells und zeigt dasselbe Verhalten wie bei den jungen Hühnern.

Ein Querschnitt durch den Isthmus des Eileiters beim Menschen und bei den Säugethieren zeigt das Lumen desselben sternförmig. Es lassen sich hier von aussen nach innen folgende Schichten unterscheiden:

1. Die sehr gefässreiche, bindegewebige Adventitia; 2) Die Muskelschichte, zum grossen Theil aus Ringsmuskelfasern bestehend, — doch sind in derselben auf grösseren oder kleineren Strecken auch longitudinale Muskelschichten eingelagert —; 3) endlich die Schleimhaut, die zahlreiche Falten bildet, welche theils blattförmig, theils kegelförmig sind, oder auch bloss niedrige Leisten bilden. Das Epithel dieser Falten ist ein flimmerndes. Die Cylinder desselben sind ziemlich hoch. Das Innere der Falten ist von einem dichten, sehr gefässreichen Fasernetz erfüllt. Die Muskelschichte der Schleimhaut besteht aus Längsmuskeln.

An der Ampulle zeigen die Adventitia und Muskelschichte dasselbe Verhalten. Nur die Schleimhaut besitzt viel complicirtere Falten, was wohl auch auf eine verschiedene Function dieser Theile schliessen lässt. Diese ragen weiter in das Lumen des Canals hinein als beim Isthmus und scheinen sogar oft mit denen von der entgegengesetzten Seite verwachsen, was sich jedoch bei näherer Betrachtung meistens als ein Irrthum erweist, obwohl sich andererseits nicht läugnen lässt, dass eine solche Verwachsung zuweilen wirklich vorhanden ist. Meist besitzen die Falten auch noch Nebenfalten, welche wieder Zweige abgeben, so dass eine solche Falte das Ansehen eines verzweigten Baumes gewinnt. Es kommen aber auch dicht an einander gereihte, unverzweigte Falten vor, die mehrere Autoren (Bowman, Henning) bewogen haben, der Schleimhaut des Eileiters Drüsen zuzuschreiben. Doch kann man sich an Längsschnitten leicht überzeugen, dass der Eileiter des Menschen und der Säugethiere keine Drüsen besitzt.

Was den feineren Bau der Fimbrien anlangt, so finden wir hier dieselben Bestandtheile wie beim übrigen Eileiter, als dessen unmittelbare Fortsetzungen sie auch zu betrachten sind. Auch die Fimbrien sind ungemein reich an Blutgefässen.

Beim Huhn sind die äussere Umhüllungshaut und die darauf folgende Ringsmuskelschichte so angeordnet wie beim Menschen. Die Falten der

Schleimhaut, im ganzen Verlauf des Eileiters Längsfalten, sind unverzweigt und bestehen aus einem fein fibrillirten netzartigen Gewebe, in welchem Zellen von meist runder Gestalt eingestreut sind, die gegen das Epithel zu an Grösse zunehmen. In der Mitte der Falte liegt ein gefässreicher Bindegewebsstrang, der nach allen Seiten hin Zweige in das Innere der Falte abgiebt, aus denen dann auch das erwähnte feinfibrillirte Netz zusammengesetzt ist. An der Spitze der Falte ist von dem Bindegewebsstrange nichts mehr zu sehen, da sich derselbe hier schon durch die Abgabe von Aesten in das Innere erschöpft hat. Das Epithel besteht aus einem mehrfach geschichteten Cylinderepithel, welches auch flimmert. Die Falten sind bald länger, bald kürzer. Ganz anders verhält sich der Bau des Eileiters bei Buffo ein. Während wir bei den Säugethieren und Vögeln nirgends Drüsen antrafen, befinden sich im Eileiter dieser Gattung, den oberen befestigten Theil ausgenommen, in seiner ganzen Länge, zur Längsaxe senkrechte Drüsenschläuche, die nur durch dünne, von der Schleimhaut ausgehende Bindegewebslagen von einander geschieden sind.

Schon mit schwacher Vergrösserung sieht man, wenn man die Längsfalten der Schleimhaut, die durch den ganzen Canal anzutreffen sind und nahe dem Ost. abdom. am höchsten werden, mit Nadeln auseinander zieht, zwischen diesen, — mit Ausnahme des befestigten abdominalen Endes, wo die Drüsen seltener sind, — ein feines sammtartiges Gewebe, welches feine Oeffnungen zeigt, und das Aussehen der Honigwaben der Bienen hat.

Auf dem Querschnitte sieht man nach aussen eine bindegewebige Umhüllungsmembran; dieser folgt eine dünne Ringsmuskelschichte, worauf die Schleimhaut liegt, in welcher die Drüsenschläuche eingebettet sind, die, wie schon angegeben, nur durch dünne Bindegewebszüge aus dem Gewebe der Schleimhaut, in denen auch Gefässe liegen, von einander getrennt sind. Ueber diesen erhebt sich die Schleimhaut zu zahlreichen Längsfalten, zwischen denen sich die Oeffnungen der Drüsenschläuche unterscheiden lassen. Die Schläuche sind von innen mit genau abgegrenzten Pflasterzellen ausgekleidet. Die Falten der Schleimhaut sind am abd. Ende ziemlich hoch und mannigfach verzweigt wie beim Menschen. Das Innere derselben ist von einem dichten Bindegewebsstrang, in dem auch Blutgefässe enthalten und einzelne glatte Muskelelemente eingestreut sind, ausgefüllt. Nach aussen sind dieselben von einem hohen Cylinderepithel bekleidet, welches Flimmerhaare besitzt. Im weiteren Verlaufe des Eileiters sind die Falten unverzweigt.

Capitel XXXVIII.

Entwickelung der einfachen Gewebe.

Von

S. Stricker.

Der Status nascens eines Wirbelthieres ist mit der Befruchtung des mütterlichen Keims gegeben. Der befruchtete Keim ist ein einzelliger Organismus, welcher durch Theilung mehrzellig wird. Wenn die Theilung oder Furchung bis zu einer gewissen Grenze gediehen ist, ordnen sich die jungen Zellen zu Schichten oder Blättern an; aus den verschiedenen Blättern entwickeln sich verschiedene Gewebe, und aus der Combination bestimmter Gewebe die verschiedenen Organe. Mit der Anordnung zu Blättern beginnt gleichsam die gewebliche Differenzirung, und es ist daher verständlich, warum die Lehre von den embryonalen Blättern gerade von den Histiologen mit so grosser Vorliebe gepflegt wird.

Die Embryologen verstehen unter der Bezeichnung »embryonale Blätter« auch die Hüllen, in welchen sich der Embryo später einkapselt. Diese Hüllen stehen aber zu der Histiogenese überhaupt in keiner innigen Beziehung; sie sind vergängliche Organe, welche, wie alle übrigen Organe aus den primären Schichten herauswachsen. Die Lehre von den embryonalen Hüllen ist daher ein Bestandtheil der Entwickelungsgeschichte der Organe, und es kann die erstere nicht abgehandelt werden, ohne die letztere wenigstens in den allgemeinen Zügen zu skizziren.

Nach dieser Auseinandersetzung ergiebt sich der Rahmen für die folgende Darstellung von selbst. Es werden die embryonalen Zellenschichten nur in sofern Berücksichtigung finden, als es für das Verständniss der Histiogenese zweckmässig ist.

Von dem unbefruchteten Keime war schon früher (auf p. 532 u. f.) die Rede. Ich habe dieser gründlichen Abhandlung nur in Bezug auf die Nomenclatur einiges anzufügen. Ich werde die Ausdrücke »Bildungsdotter« (Reichert)

und »Hauptdotter« (His) ein für alle Mal vermeiden. Beiden Ausdrücken liegen, wie sich später ergeben wird, irrthümliche Anschauungen zu Grunde. Da ihnen der Vorzug der Kürze auch nicht zugesprochen werden kann, so ist kein Grund vorhanden, sie an die Stelle des von Remak gebrauchten Ausdruckes »Keim« zu setzen. Es wird in Folge dessen auch zweckmässig sein, die Umhüllungsmembran des Keims (Zona pellucida von Baer) nicht Dotterhaut, sondern Keimhülle zu nennen. Nur da, wo der Keim mit einem Dotter (Nahrungsdotter, Reichert, Nebendotter, His) zusammen in einer Hülle steckt, wie bei den Eiern der Vögel, beschuppten Amphibien und Knochenfische, werde ich diese Hülle als Dotterhülle oder Dotterhaut bezeichnen.

Einer allgemeinen Annahme zufolge ist der befruchtete Keim anfangs kernlos [1]). Man überzeugt sich von dieser Thatsache am besten bei Batrachiern, wenn man ein laichendes Pärchen während der Laichung fängt, die bereits geborenen Eier einerseits, und die noch im Mutterleibe befindlichen andererseits gesondert untersucht. Man überzeugt sich dann entweder, indem man die Eier im frischen Zustande zerreisst und den ausfliessenden Inhalt mit sehr schwachen Vergrösserungen untersucht, oder auf Durchschnitten erhärteter Eier, dass die aus dem Mutterthiere genommenen Eier je einen bläschenförmigen Kern (Keimbläschen) besitzen, dessen Membran im frischen Zustande unter der Loupe mit Nadeln zerzupft werden kann; in den jüngsten befruchteten Eiern hingegen lässt sich ein Kern nicht nachweisen. Es ist dieses Verhältniss darum von Interesse, weil es uns lehrt, dass das Wirbelthier als kernloses Klümpchen anfängt. Härtet man solche kernlose Batrachierkeime, so gewahrt man zuweilen auf Durchschnitten eine kleine, etwa der Grösse des ehemaligen Kerns entsprechende Höhle. Es ist dies nach Remak's Bezeichnung die Kernhöhle von Baer's. Wie diese Bezeichnung andeutet, liegt ihr die Vermuthung zu Grunde, dass nach dem Schwinden des Kerns die Höhle, in welcher er lag, zurückbleibt.

Wenn der befruchtete Keim unter günstige Bedingungen gebracht wird, so soll in seinem Leibe alsbald ein neuer Kern entstehen. Ich kann über diesen Kern aus eigener Erfahrung nichts aussagen, und es würde kaum fruchtbringend sein, die einschlägigen Angaben zu verzeichnen. Da die Eier in diesem Zustande zumeist undurchsichtig sind, so kann man den Kern in frischem Zustande nicht sehen. Wenn nun dennoch mit solcher Bestimmtheit von der Bildung eines neuen Kerns gesprochen wird, so ist das vielmehr darin begründet, dass man in den späteren Theilprodukten des Keims die Kerne deutlich unterscheiden und ferner auch constatiren kann, dass diese Kerne homogen erscheinen und fast das Aussehen von Fettkugeln bieten. Mit Rücksicht auf den Umstand, dass sich der alte Kern unserer Beobachtung

---

1) Bestimmte Angaben über das Erhaltenbleiben des Keimbläschens und Uebergang desselben in die Kerne der Furchungszellen hat nur Johannes Müller für Entoconcha mirabilis (Monatsberichte der Berliner Akademie, 1851 September) gemacht.

entzieht, ist es also in hohem Grade wahrscheinlich, dass es sich hier um eine Neubildung handelt.

Bevor sich der Keim zur Theilung anschickt, führt er gewisse selbständige Formveränderungen aus.

Von den amöboiden Bewegungen des Forellenkeims wurde schon früher (p. 559) gesprochen. Wenn man die frisch gelegten Eier von Bufo cinereus aufmerksam beobachtet, sieht man, dass sie mehrere Facetten haben und erst allmählig die Kugelgestalt annehmen. Für das Vogelei sind Formänderungen vor Eintritt der Furchung allerdings nur an erhärteten Präparaten durch Vergleichung von Durchschnitten verschieden hoch entwickelter Keime erschlossen worden. Hierher ist auch die von Bischoff zuerst am Kaninchenei gemachte Beobachtung zu rechnen, dass sich der Dotter (Keim) von der Zona pellucida zurückzieht, ehe er sich theilt.

Ob die an demselben Orte mitgetheilte Beobachtung über Rotationen des ungefurchten Keims innerhalb der Dotterhaut gleichfalls hieher zu zählen ist, bleibt zweifelhaft. Bischoff hat die Beobachtung nur bei einem Thiere gemacht, und es ist seither über Rotationen[1]) am ungefurchten Eie nichts bekannt geworden.

Furchung und Blätterbildung.

A. Batrachier. Die Furchung der Batrachiereier wurde im Jahre 1824 von Prevost und Dumas[2]) entdeckt und im Jahre 1826 von Mauro Rusconi[3]) in ihrer ganzen Bedeutung erkannt.

Für die Beobachtung dieses Processes giebt es in der That kein günstigeres Material als Batrachiereier. Es ist erstens mit dem Heranrücken der ersten Frühlingstage in grossen Mengen, und wenn man verschiedenen Species nachspürt, in Abständen von einigen Tagen bis Wochen zu wiederholten Malen zu erlangen.

Es kommt ferner der Umstand in Betracht, dass die Furchung ohne irgend welches Zuthun unter unseren Augen abläuft. Man braucht eben nur eine Laichschnur (Bufo) oder einen Laichklumpen (Rana) in eine flache Schale unter Wasser zu legen, um nun mit der Loupe bewaffnet bequem den ganzen Process verfolgen zu können. Die Keimhülle ist bei dieser Beobachtungsweise (im auffallenden Lichte) nicht wahrnehmbar, und man bekommt daher den Eindruck, als ob die Keime sich auf ihrer Oberfläche furchen würden.

Wenn man indessen eine Gruppe von Eiern in ein Glasschälchen legt und im durchfallenden Lichte mit etwas stärkeren Vergrösserungen (40—50 linear) untersucht, so überzeugt man sich bald, dass die durchsichtige Hülle an der Furchung keinen Antheil nimmt.

1) Entwickelungsgeschichte des Kaninchens 1842, p. 58 und 59 dieses Werkes ist die auf Rotationen des Dotters bezügliche Literatur angegeben.
2) Annales des sciences Sér. 1, Tom. II.
3) Développement de la grenouille c.

Man kann sich die Bildung der ersten Furchen des Batrachierkeimes am besten versinnlichen, wenn man eine Kugel aus Modellirthon folgendermaassen einschnürt. Erst lege man eine Schnur in einen Meridian, und dann eine zweite in einen darauf senkrechten grössten Kreis. Dann lasse man beide Schnüre vom oberen Pole her so einsinken, dass ein oberes Drittel der Kugel von ihnen durchschnitten wird. Nun lege man eine dritte Schnur parallel dem Aequator, etwa an der Grenze zwischen oberem und zweitem Drittel der Kugelaxe, und lasse diese Schnur vollständig durchschneiden. Dadurch werden, vom oberen Pole ausgehend, vier Kugelsegmente abgeschnürt, während der grössere untere Theil der Kugel ungetheilt bleibt, mit Ausnahme der Oberfläche, wo die zwei meridianen Schnüre die späteren Theilungen andeuten.

Die Bildung dieser drei Furchen geht allmählig vor sich. Sie dürfte bei einer Temperatur von 18—20° C. drei bis vier Stunden, vom Geburtsacte an gerechnet, in Anspruch nehmen.

Bevor sich eine Furche definitiv festsetzt, runzelt sich die Oberfläche, wird wieder glatt und wiederholt dieses Spiel mehrere Male. Von der Hauptfurche gehen ferner zahlreiche kleine Nebenfurchen ab, die nur vorübergehender Natur sind. Reichert hat diese Nebenfurchen als den Faltenkranz beschrieben, und Max Schultze[1]) hat gezeigt, dass sie der Ausdruck einer Bewegung des Keimes sind.

Da wo sich die drei ersten Furchen schneiden (für das im Wasser schwebende Ei gerechnet in der oberen Hälfte gelegen), bildet sich eine Höhle. Ob diese mit der Kernhöhle zusammenfällt, kann ich aus eigener Erfahrung nicht aussagen. Die Höhle vergrössert sich, indem sich die einander zugekehrten Ecken der Segmente zurückziehen und abrunden.

Die weitere Furchung beschränkt sich zunächst hauptsächlich auf diese vier oberen Segmente. Sie werden in immer kleinere Stücke zertheilt, dabei wird die Höhle immer grösser, bis endlich im oberen Drittel des Eies ein geräumiges Cavum (*F* Fig. 399) zu Stande kommt, das man sich mit Rücksicht auf die weiteren Vorgänge am besten folgendermaassen versinnlicht. Man denke sich einen sphärischen Apfel, entsprechend dem oberen Drittel der Kugelaxe so ausgehöhlt, dass daselbst nur die Schale übrig bleibt. Dann ist ein unterer grösserer Abschnitt des Apfels solid, während sich im oberen Abschnitte ein Cavum befindet, welches nur von der dünnen Schale bedeckt ist.

Wir bezeichnen die Höhle im Froscheie als Baer'sche Furchungshöhle; die dünne, aus kleinen Furchungselementen oder Embryonalzellen gefügte Kuppe (Schale) über derselben als Decke (*D*), und die solide untere Hälfte als Boden der Furchungshöhle.

Während sich diese Höhle ausbildet, schreitet die Furchung allmählig auch in dem unteren soliden Abschnitte fort, aber auch hier mehr an der Oberfläche als im Inneren. So kommt es, dass das ganze Ei sehr bald von

1) De ovorum ranar. segment. 1863.

einem Mantel kleiner Furchungsabschnitte oder Embryonalzellen umhüllt ist. Nunmehr ist unser Bild mit dem theilweise ausgehöhlten Apfel noch zutreffender.

Die Apfelschale versinnlicht den Mantel kleiner Zellen, und das Fleisch im unteren soliden Abschnitte jenen Rest des Keims, der sich nur langsam abfurcht und zur Zeit, als der Mantel abgefurcht ist, noch aus sehr grossen Furchungsstücken besteht. Das Bild wird aber erst vollständig, wenn man am unteren Pole des sphärischen Apfels von der Schale ein kreisförmiges Stück ausschneidet, so dass hier das Fleisch bloss liegt. Es reicht nämlich die fortschreitende Verkleinerung (Theilung) der oberflächlichen Zellen nicht bis an den unteren Pol. Hier bleibt ein kleines, anfangs unregelmässig, später kreisförmig begrenztes Feld zurück (*P*), dessen Centrum in den unteren Pol fällt, und das aus grossen, polygonalen Flächen zusammengesetzt ist.

Während die äussere Fläche des Mantels aller in diesem Zustande befindlichen Batrachierkeime dunkelbraun ist, bleibt dieses Feld weisslich, wenn die untere Hälfte des Eies vom Hause aus so beschaffen war (Bufo fuscus), oder es wird weisslich, wenn die untere Hälfte des frisch gelegten Eies braun (Rana temporaria, Bufo ciner. und viridis) war.

Die grossen weissen Zellen, welche den Boden der Furchungshöhle füllen und an dem unteren Pole zu Tage liegen (z. Fig. 399), wurden von Reichert als centrale Dottermasse bezeichnet. Remak hat schon, weil er in Uebereinstimmung mit Rusconi dargethan hatte, dass in Batrachiereiern kein dem Dotter analoges Gebilde vorhanden sei, jenen Namen durch das Wort Drüsenkeim ersetzt. Ich kann auch diese Bezeichnung nicht acceptiren, weil die Annahme, durch welche Remak zu derselben gelangt ist, sich als nicht stichhaltig erwiesen hat. Jene Zellen tragen nicht allein zur Anlage der Drüsen bei; sie sind noch nicht geschichtete Furchungselemente, aus welchen sich also verschiedene Gewebe entwickeln. Ich will sie aus diesem Grunde als Keimzellen bezeichnen und damit andeuten, dass ihr geweblicher Charakter noch nicht entschieden ist.

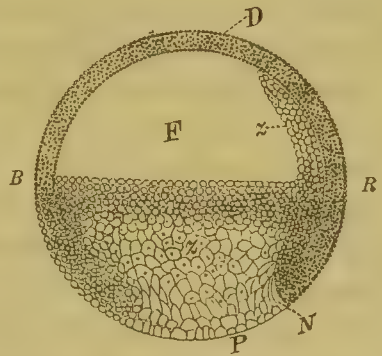


Fig. 399 stellt einen meridionalen Durchschnitt eines Eies von Bufo cinereus vor, dessen Entwickelungshöhe der auf dieser Pagina geschilderten nicht mehr ganz entspricht. *F* Furchungshöhle, *D* Decke derselben, *P* weisses Feld am unteren Pol, *Z* Keimzellen im Boden der Furchungshöhle, *z* Keimzellen, welche vom Boden der Höhle an die Decke heraustreten, *N* Durchschnitt der Furche Rusconi's, *R* Rückenhälfte, *B* Bauchhälfte.

Die Keimzellen werden da, wo sie frei zu Tage liegen, zuerst durch eine halbmondförmige Spalte (*N*), von der aus kleineren Zellen bestehenden, aussen braunen Mantelzone scharf abgegrenzt. Es wird diese Spalte nach ihrem Entdecker die Rusconi'sche[1])

---

1) Développement etc.

Furche genannt. Später ergänzt sich diese zu einer Kreisfurche, und die nunmehr kreisförmig abgegrenzten grossen Keimzellen wurden von Ecker[1] als Dotterpfropf bezeichnet. Ich habe jene Eihälfte[2]), an welcher die halbkreisförmige Furche entsteht, Rückenhälfte genannt, weil sich an dieser der Rücken des Embryos ausbildet; es fällt die Längenaxe des Rückens in eine Linie, welche von der Mitte jener Furche zum oberen Pole läuft. Die entgegengesetzte Hälfte habe ich Bauchhälfte genannt. Es war nämlich schon Baer bekannt, dass die Eichen im Wasser später eine Drehung um 90⁰ ausführen, so dass der Meridian zu einem Aequator wird. Durch diese Drehung kommt die jetzt seitlich gelegene Rückenhälfte nach aufwärts zu liegen. Diese Drehung wird durch die Bildung einer zweiten Höhle eingeleitet, welche sich der Rückenhälfte entlang hinzieht. Dadurch wird der Schwerpunkt des Eichens verschoben und die Drehung ist eine nothwendige Folge davon. Diese zweite Höhle (N. Fig. 401) ist von Rusconi[3]) erkannt worden. Golubew[4] hat einige irrthümliche Beziehungen in der Nomenclatur der beiden Höhlen durch historische Forschung aufgedeckt und festgestellt, dass die Baer'sche Höhle als elliptische, die Rusconi'sche aber als halbmondförmige zu bezeichnen ist.

Remak[5]) hat angenommen, dass die Rusconi'sche Höhle von der gleichnamigen Furche aus durch Einstülpung entstehe. Theoretische Erwägungen haben ihn zu dieser Annahme geführt. Er hatte angenommen, dass der Vogelkeim aus drei Zellenlagern oder Blättern zusammengesetzt sei. Das oberste oder äusserste nannte er Hornblatt oder sensorielles Blatt, das zweite, mittleres oder motorisches, auch motorisch germinatives Blatt, und das dritte endlich Darmdrüsenblatt. Dass der Vogelkeim blattartig ist und sich nach abwärts einkrümme, war schon seit C. F. Wolf bekannt. Nun glaubte Remak, die Analogie zwischen Vogel- und Batrachierkeim durch folgende Annahmen plausibel zu machen.

In der Decke der Furchungshöhle suchte er die Analoga für das sensorielle und motorische Blatt, das Analogon des Drüsenblattes der Vögel hingegen in dem weissen Feldchen am unteren Pol des Batrachiereies. Der Froschkeim, sagte er, ist zwar nicht blattförmig, könne sich also im Sinne des Vogelkeims nicht einkrümmen. Hingegen stülpe sich die untere Fläche des kugeligen Batrachierkeims ein, um sich an das motorische Blatt, welches er sich, wie gesagt, an der inneren Fläche der Mantelschichte als bereits vollendet gedacht hat, anzulegen. Ich habe indessen gezeigt[6]), dass die Rusconi'sche Furche durch ein Auseinanderweichen der Formelemente und nicht durch eine Einstülpung zu Stande komme. Von dieser Furche aus sah ich

1) Icones physiology.
2) Zeitschr. f. w. Zoologie. Bd. XI.
3) Müller's Archiv, 1836.
4) Rollett, Untersuchungen. Leipzig 1870.
5) l. c. 6) l. c.

auf Durchschnitten eine schmale Trennungsspur in einer der Mantelfläche nicht ganz parallelen Richtung der Rückenhälfte entlang nach aufwärts ziehen. Ich glaubte somit berechtigt zu sein, jene Trennungsspur für die Anlage der Rusconi'schen Höhle zu halten, und anzunehmen, dass diese nicht durch eine Einstülpung, sondern durch ein Auseinanderweichen der Formelemente entstehe.

In Bezug auf die Frage, ob Einstülpung oder Spaltung, schloss sich Golubew, der einzige Autor, der sich nach mir in bestimmter Weise darüber geäussert hat, meiner Anschauung an. Meine Darstellung über den Beginn der Rusconi'schen Höhle bezeichnet aber Golubew [1]) als den Thatsachen ebenfalls nicht genau entsprechend. Ich kann auf eine Controverse über diese Frage und an diesem Orte nicht eingehen, weil ich meinem Vorwurfe getreu die anatomischen Details nur in sofern berücksichtigen darf, als sie zum Verständnisse der Schichten nothwendig sind. In Rücksicht auf die Beziehungen der Spalte zu den embryonalen Schichten herrschen aber keine Differenzen.

Remak hat erkannt, dass eine Gruppe weisser Keimzellen von dem Boden der Furchungshöhle aus, und zwar an der Grenze, wo dieser in die Decke der Höhle übergeht, eine Strecke weit an diese Decke heranreichen (*z.* Fig. 399). Ich [2]) habe ferner dargethan, dass diese heranreichenden Zellen für die Blätterbildung von fundamentaler Bedeutung sind.

Ich habe gezeigt, dass die Decke der Furchungshöhle (*D* Fig. 399) nämlich nur die Anlage für das sensorielle Blatt [3]) (Remak) enthält, und dass aus den Zellen, welche sich neu an die Decke legen, die Analoga dessen gebildet werden, was Remark mittleres und Drüsenblatt genannt hat.

Nachdem ich erfahren hatte, dass diese Keimzellen anfangs an der Rückenhälfte nur bis zu einer geringen Höhe, und später immer weiter reichen, ja so weit, dass sie endlich den oberen Pol überschreiten und den in gleicher Weise an die Decke heranstrebenden Keimzellen der Bauchhälfte entgegenwachsen; nachdem ich ferner erfahren hatte [4]), dass die Zellen des Batrachierkeims auf dem Objectträger freiwillig Form und Ort verändern können, sprach ich die Meinung aus, dass jene Keimzellen durch freiwillige Bewegungen dem Gesetze der Schwere entgegen nach aufwärts streben. Golubew [5]) hat auch diese Meinung nicht zu der seinigen machen können. Er glaubte, dass Theilungsvorgänge die Ursache seien für das Wachsthum in die Höhe.

Ueber unsere gegenseitigen Meinungen kann ich wieder an diesem Orte nicht dissentiren. Die Frage, ob sich die Zellen durch Wanderung verschieben, oder dadurch, dass sie sich bei fortschreitender Theilung gegenseitig ihre Lage anweisen, ist an und für sich von Interesse, aber für die Blätterlehre

1) l. c. Taf. D. Fig. 2.

2) l. c.

3) In demselben Sinne wurde die Sache auch nachträglich von Götte gedeutet (vide Max Schultze's Archiv. Bd. 4).

4) Ueber die selbständigen Bewegungen etc. Wiener Sitzungsber. 1863.

5) l. c.

von nebensächlicher Bedeutung. Von Bedeutung ist hier nur, dass die Zellen überhaupt verschoben werden, um die embryonalen Blätter bilden zu helfen, und diese Angelegenheit darf wieder als erledigt angesehen werden.

Es wurde schon früher angedeutet, dass die von der Rusconi'schen Furche ausgehende Spalte der Rückenhälfte entlang nach oben fortschreitet.

Wenn die halbmondförmige Spalte in ihrem Wachsthume nach oben an die Grenze der Furchungshöhle angelangt ist, stösst sie auf die früher erwähnten weissen Keimzellen, welche der Rückenhälfte entlang vom Boden der Furchungshöhle an die Decke heranreichen. In diese hinaufreichenden Zellen wächst nun die Spalte hinein.

Legt man durch das Ei vom unteren Pol ausgehend eine Anzahl horizontaler Schnitte an, so erkennt man, dass die in der Rückenhälfte befindliche Spalte nahezu halbmondförmig ist; sie wird nach aussen durch die aus kleinen Zellen bestehende Mantelschichte, nach innen von weissen Keimzellen (z) begrenzt. Die Mantelzone ist indessen jetzt hier viel dicker, als da, wo sie die Decke der Furchungshöhle bildet. Mit anderen Worten, es ist hier die Theilung der grossen Keimzellen zu kleineren Zellen gegen die Axe des Eies zu vorgeschritten. Was jetzt nach aussen von dieser Spalte liegt, ist nicht mehr das Analogon des sensoriellen Blattes (Remak), sondern es enthält die Anlage für alle Keimblätter. Aus der Spalte wird später ein Theil der Visceralhöhle, und was nunmehr nach aussen von ihr liegt, bildet die ganze Dicke des Rückens. Auf hinreichend dünnen Durchschnitten von in Chromsäure gehärteten Präparaten kann man an diesem Theile des Rückens schon sehr deutlich zwei ungleich breite Schichten erkennen. Die dünnere äussere Schichte besteht aus kleineren Zellen und ist das Analogon des sensoriellen Blattes (Remak); die dickere innere Schichte besteht aus grösseren Zellen, die aber immerhin wesentlich kleiner sind, als die grossen Keimzellen im Centrum des Bodens der Furchungshöhle. Aus dieser inneren dickeren Schichte spaltet sich später eine innerste einzellige Lage (Darmdrüsenblatt, Remak) ab, während der Rest das hier ziemlich mächtig entwickelte mittlere oder motorisch germinative Blatt darstellt.

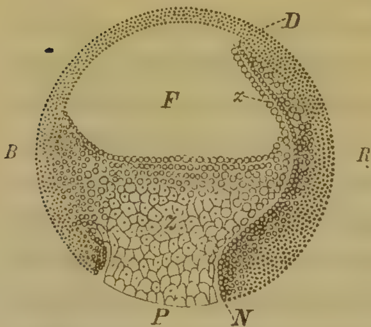


Fig. 400. Senkrechter und grösster Durchschnitt durch ein Ei von Bufo cinereus. Die von *N* ausgehende und bis über *z* hinausreichende Höhle ist im Interesse des Verständnisses in ihrer ganzen Ausdehnung als breite Spalte gezeichnet, was in der That nur in ihrer oberen Hälfte der Fall ist. *D* Decke. *Z* Boden der Furchungshöhle *F*. *P* weisses Feld.

Die auf dem Durchschnitte sichelförmige Zellenanlagerung (*z*) schreitet immer höher gegen den Pol hinauf, und die auf dem Horizontalschnitte halbmondförmige Spalte wächst ihr nach. Da aber die Spalte in jene neu angelagerten Zellen hineingreift, so bleibt ein Theil derselben nach wie vor auswärts von der Spalte als definitive Anlagerung an der Decke der Furchungshöhle haften,

ein anderer Theil hingegen, und zwar der dünnere (*D*), bleibt als Scheidewand zwischen der Spalte und der Baer'schen Höhle.

Legt man durch Eier der ebengeschilderten Entwickelungsstufen den Rücken halbirende meridionale Schnitte an (Fig. 401), so sieht man, dass jene Zellen, welche aus dem Boden der Furchungshöhle an ihre Decke heranlangten, und durch die Bildung der halbmondförmigen Spalte an dieser Decke haften blieben, in einer Flucht nach abwärts zu jenen Zellen führen, welche früher als zur inneren dickeren Schichte des unteren Rückenabschnittes gehörig geschildert wurden. Mit anderen Worten, das was sich nachträglich an die Decke der Furchungshöhle anschmiegt, ist Anlage des motorischen und Darmdrüsenblattes.

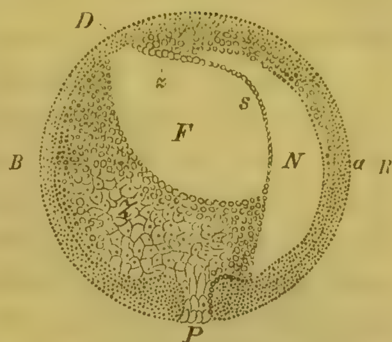


Fig. 401. Ich habe die hier wiedergegebene Abbildung im Jahre 1860 nach einem überaus gelungenen Präparate gezeichnet. Wie viel ich damals bei der Ausführung der feineren Zeichnung schematisirt habe, kann ich heute nicht mehr aussagen. In den Hauptzügen aber habe ich es so treu wie möglich abgenommen. Ich nehme daher keinen Anstand, diese Abbildung heute zu reproduciren, trotzdem seither durch Götte van Bambeke und Golubev dieselben Verhältnisse vortrefflich illustrirt wurden. Meine Abbildung scheint mir das Verständniss wesentlich zu erleichtern, und darauf kommt es hier ja vorzüglich an. *D F P Z z* wie unter 400. *a* Rücken des Embryo, *s* Grenze zwischen Nahrungshöhle *N* und Furchungshöhle.

Ich habe schon früher erwähnt, dass in der ursprünglichen Decke der Furchungshöhle nur das Analogon des Remak'schen sensoriellen Blattes zu suchen ist. Dieses Blatt besteht aber, wie ich [1]) und von Bambeke [2]) gezeigt haben, bei den Batrachiern aus zwei Lagen, aus einer oberflächlichen einfachen Lage brauner Zellen, und aus einer tieferen, stellenweise einfachen, stellenweise mehrfachen Lage weisslicher Zellen. Die äusseren braunen Zellen bilden die Anlage der hornigen Bedeckungen des Thieres, die inneren weisslichen Zellen aber machen das eigentliche sensorielle Blatt aus.

Bei Vögeln und Säugethieren sind diese beiden Schichten so enge mit einander verbunden, dass eine Differenzirung selbst auf den besten Querschnitten nicht wahrnehmbar ist. Remak hat desswegen beide Anlagen als eine einheitliche angesehen und das gesammte Blatt als sensorielles Blatt (centralen Theil), oder Hornblatt (peripheren Theil) bezeichnet. Er hat aber dabei den theoretischen Bedenken Ausdruck gegeben, welche gegen die Annahme auftauchen müssen, dass die hornigen und nervösen Gebilde aus einem Blatte stammen. Von um so grösserem Interesse ist daher die Erfahrung, dass bei Batrachiern, und wie ich später darthun werde, auch bei Fischen Horn- und Nervengebilde schon in der ersten Anlage getrennt sind. Ich bezeichne daher, diesen Verhältnissen Rechnung tragend, die äussere braune Zellenlage als

1) l. c.

2) Recherches sur le Développement du pelobates brun (Mémoire publié par l'acad. Belgique. Tome 34.

Hornblatt, und die tiefere weissliche Zellenlage als Nervenblatt; in Rücksicht auf Vögel und Säugethiere aber, und überhaupt da, wo es durch spätere Untersuchungen nothwendig werden sollte, werde ich das äussere Keimblatt (Remak) als vereinigtes Horn- und Nervenblatt bezeichnen.

Recapituliren wir in Kürze die Ergebnisse unserer Darstellung, so sehen wir, dass Horn und Nervenblatt aus einer äusseren Mantelzone des sphärischen Eies hervorgehen, dass aber motorisches und Drüsenblatt aus den grossen Keimzellen entstehen, welche in der unteren Eihälfte als Vorrath angesammelt waren. Die Keimzellen haben diese Metamorphose zum Theil direkt an dem Orte ausgeführt, wo sie ursprünglich lagen (untere Eihälfte), zum Theil aber mussten sie erst activ oder passiv verschoben werden, und zwar geschah diese Verschiebung vom ursprünglichen unteren Pole gegen den oberen Pol, oder was gleichbedeutend ist, vom Schwanzende der zukünftigen Larve gegen das Kopfende hin.

Sobald die Rusconi'sche Furche zu einem Kreise ergänzt ist, wächst auch von der Bauchseitenhälfte derselben eine Spalte in der Richtung gegen den oberen Pol. Sie erreicht aber kaum ein Viertel der Höhe des Keimzellenlagers (rücksichtlich der Dimensionen dürften die verschiedenen Species variiren) und erweitert sich am blinden Eiende. Remak hat diese Spalte Afterhöhle genannt.

Die erste an der Rückenhälfte befindliche und auf dem Querschnitte halbmondförmige Spalte wird durch die Afterhöhle ergänzt. Legt man jetzt in der Höhe des unteren Pols einen horizontalen Schnitt an, so bekommt man eine kreisförmige Spalte zur Anschauung. Dieser Kreis wird ganz nahe am unteren Pole etwas enger und hört mit der frei zu Tage liegenden Rusconi'schen Furche auf. Es ist also hier ein an dieser Furche beginnender trichterförmiger Raum vorhanden, in welchem der aus weissen Keimzellen bestehende Zapfen (Dotterpfropf-Ecker) steckt. Indem sich der Kanal, in welchem das äusserste Stück des Zapfens steckt, allmählig verengert, wird das weisse Feld so klein, dass man es nur noch als weisslichen Punkt erkennt. Später schwindet auch dieser, und es bleibt nur ein auf Durchschnitten und bei starker Lupenvergrösserung eben noch erkennbarer Kanal zurück, der von allen Autoren übereinstimmend als Afteröffnung bezeichnet wurde. Indem sich der stark verschmächtigte Zapfen weisser Keimzellen zurückzieht oder abreisst (so ist es wenigstens zweifellos bei Bufo cinereus der Fall), communicirt nunmehr die Rusconi'sche Höhle mit der Afterhöhle in der ganzen Breite. Ein kleiner und mit freiem Auge erkennbarer ringförmiger Wulst an der Aussenwand dieser Höhle deutet noch die Stelle an, wo der Dotterpfropf ehemals die Höhle unterbrach, und die Vertiefung in dem Wulste giebt einen Anhaltspunkt für die einzuhaltende Schnittrichtung, wenn man den ausmündenden Kanal treffen will.

Inzwischen hat das Ei die Drehung ausgeführt, der Meridian ist zum Aequator geworden, die Afteröffnung liegt seitlich, die Rückenhälfte oben und

die Bauchhälfte mit dem stark gegen die Nahrungshöhle vorspringenden Wulst von Keimzellen nach unten. In dem letzteren pflegt sich ein Rest der Baer'schen Furchungshöhle lange zu erhalten.

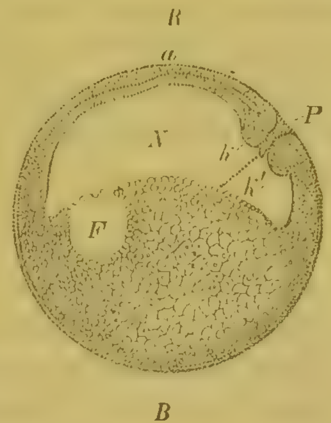


Fig. 402. *F N a P Z* wie früher *K K*; die Durchschnitte des kreisförmigen Wulstes und Grenzen des Afters. Die punktirte Linie zwischen *K R* deutet die ehemalige Verbindung des Dotterpfropfes mit der Keimzellenmasse Z an. Das Ei in diesem Zustande hat schon die Drehung ausgeführt, der Rücken liegt oben, der Bauch unten.

Nunmehr kann das Ei als eine von geschichteten Wänden oder Blättern umgebene Blase angesehen werden, mit der Modification, dass in der unteren Hälfte der Blase das innerste Blatt durch einen Berg von Keimzellen hervorgetrieben wird. Im Uebrigen sind aber die verschiedenen Schichten durchaus nicht an allen Orten gleichmächtig. Ich breche indessen hier mit der Schilderung ab, weil diese Verschiedenheiten schon den Anfang der Organanlagen ausmachen, welche an diesem Orte nicht beschrieben werden können.

B. Hühnerkeim. Im Hühnereie bildet der sogenannte Hahnentritt den Keim, der mit dem gelben Dotter in einer gemeinschaftlichen Hülle liegt. Pander [1]) schilderte den Hahnentritt als aus zwei von einander leicht zu unterscheidenden Theilen gebildet, von denen der eine im Eigelb eingesenkt, der andere als eine Schichte auf der Oberfläche derselben liegt. Der letztere, sagt er, ist eine runde Scheibe, in und aus welcher der Fötus sich bildet, und welche daher auf den Namen Keimhaut mit Recht Anspruch machen kann. Den ersteren Theil nannte Pander Kern des Hahnentritts. Es ist dieser ein Bestandtheil des sogenannten weissen Dotters, der unter dem centralen durchsichtigen Theil der Keimhaut liegt, mit ihr aber nicht verbunden ist.

Die Aussage von Pander, dass der Embryo ganz und gar aus der Keimscheibe hervorgeht, ist noch bis zum heutigen Tage unerschüttert.

Reichert [2]) und His [3]) haben allerdings von verschiedenen Gesichtspunkten aus behauptet, dass die Formelemente des weissen Dotters in den neuen Thierleib eingehen. His hat auch auf Grundlage seiner Behauptung die Keimscheibe als den Hauptkeim (Archiblast oder Neuroblast) und den beitragenden Bestandtheil des weissen Dotters als den Nebenkeim (Parablast oder Haemoblast) bezeichnet. Die genannten Behauptungen sind aber nicht hinreichend erwiesen worden, und es wird sich im Verlaufe meiner Darstellung ergeben, dass die Beobachtungen, aus welchen sie geschöpft wurden, noch eine andere den allgemeinen biologischen Principien conformere Deutung erlauben.

1) Beiträge zur Entw. des Hühnchens. Würzburg 1817.
2) Entwickelungsleben im Wirbelthierreiche 1840.
3) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes 1868.

Die Darstellung PANDER's bezieht sich auf gelegte, befruchtete, aber nicht bebrütete Eier. Der Beginn der Bebrütung darf aber durchaus nicht als der Anfang der Entwickelung überhaupt angesehen werden. Auf der Wanderung durch den Eileiter laufen die für unsere Darstellung wichtigsten Vorgänge ab. Da furcht sich nämlich der Keim und beginnen die Furchungselemente sich zu Schichten zu ordnen. Am gelegten Eie ist diese Schichtung in verschiedenen Fällen verschieden weit vorgerückt, und es wäre schon deswegen unzweckmässig, dieser Periode einen bestimmten histologischen Charakter zuzuschreiben.

Die Furchung des Hühnerkeims ist zuerst von COSTE [1]) beschrieben worden. Doch geschah dies nur in sofern, als man die Furchungsbilder von der Oberfläche der Keimscheibe sehen kann. OELLACHER [2]) hat Hühnerkeime in verschiedenen Furchungsstadien auf Durchschnitten untersucht, und wir begegnen in dessen Abhandlung zum ersten Male einer den wirklichen ersten Anfängen des Hühnchens entsprechenden Darstellung. Ich bin deswegen gezwungen, mich zunächst an diese zu halten. Da die Untersuchungen OELLACHER's unter meinen Augen ausgeführt worden sind, wird meine Beschreibung zum Theil auch in eigenen Beobachtungen wurzeln.

Alle hier zur Sprache kommenden Präparate sind folgendermassen gewonnen. Die Dotter von Eileitereiern oder gelegten Eiern im Laufe des ersten Brüttages wurden sorgfältig vom Eiweiss befreit, in verdünnter Chromsäure vorsichtig gewaschen, die sich bildenden Eiweissniederschläge mit der Pincette entfernt, und dann der gereinigte Dotter wieder in eine reine verdünnte Chromsäure-Lösung gelegt. Nach einigen Tagen wird jenes Segment des Dotters, an welchem die Keimhaut sichtbar ist, abgetragen und vorsichtig in Alkohol gelegt, daselbst bis zur möglichsten Entwässerung liegen gelassen und eingebettet. Behufs Einbettung wird ein Papierkästchen bereitet und dieses bis zur Hälfte mit einer Mischung von Wachs und Oel gefüllt.

Wenn die Mischung in dem Kästchen so weit erstarrt ist, dass man annehmen kann, ein darauf gelegtes Präparat werde nicht untersinken, lege man das Präparat in erwünschte Lage hin und bedecke es wieder mit der flüssigen Mischung, bis das Kästchen gefüllt ist. Sobald dieser zweite Nachschub zu erstarren anfängt, merke man genau auf die Lage des Präparats, und nach voller Erstarrung markire man die Schnittrichtung. Das Mengenverhältniss von Wachs und Oel wird so gewählt, dass die Consistenz der Mischung der Consistenz des Präparats und den Eigenthümlichkeiten des Präparators so wie seiner sonstigen Behelfe entspricht. Ich kann bei dieser Gelegenheit nicht umhin, meine Verwunderung über den Eigensinn auszusprechen, mit welchem ausgezeichnete Mikroskopiker sich des Vortheils, welchen die Mischung bietet, entschlagen. Die Mischung zweier Körper von so verschiedener Consistenz, wie Wachs und Oel, bietet uns die Möglichkeit einer Abstufung durch alle Consistenzgrade, welche zwischen denjenigen der beiden Körper liegen. Für die ausserordentlich zarten embryologischen Präparate sind solche Vortheile unschätzbar.

Beiläufig will ich noch bemerken, dass man, wenn das Präparat Höhlen besitzt (Froscheier) diese eröffnen muss, damit sie von der Masse vollständig ausge-

1) Siehe dessen Histoire du développement des corps organisés.
2) STRICKER Stud. 1870.

füllt werden. Nur wenn Präparat und Wachsmasse überall in vollständigem Contacte sind, kann man gute Durchschnitte erwarten.

Die Papierkästchen sollen so gross sein, um der Hand des Präparators entsprechend ein zur sicheren Fixirung genügend grosses Stück erhärteter Masse zu bieten. Die Messer sollen ferner gross, von grösstmöglicher Schärfe und wenigstens auf einer Seite flachgeschliffen sein. Das schneidende Messer soll an seiner oberen Fläche eine Schichte Terpentinöl tragen. Ist der Schnitt geführt, muss das Präparat wieder mit Hilfe von Terpentinöl auf den Objectträger geschwemmt werden. Dort kann er in bekannter Weise (mit Nelkenöl, Damarfirniss und Papierwall) bleibend aufbewahrt werden.

Soweit Durchschnitte von in Chromsäure gehärteten Eiern auf die wirklichen Lagerungsverhältnisse zu schliessen gestatten, lässt der völlig reife Keim die Form einer biconvexen Linse erkennen, die an einem Pole, in der natürlichen Lage dem unteren, etwas eingedrückt ist; ihr Durchmesser beträgt etwa 0·5 Mm., ihre Dicke 0·05 an den eingedrückten, 0·06 an den biconvexen Stellen. Ein solcher Körper ist eben da scharf gezeichnet anzutreffen, wo man den Keim zu suchen hat. Ueber ihm liegt die Dotterhaut und unter ihm eine feingranulirte Masse, von der sich vorläufig nicht aussagen lässt, ob sie noch zum Keime gehört oder nicht. Ein Keimbläschen hat Oellacher in diesem Stadium auf Schnitten nicht wahrnehmen können.

An einem Eie, welches, nach der Legezeit der Henne zu schliessen, noch 12—14 Stunden im Eileiter zu verweilen hatte, wurde die erste Furche des Keims gefunden. Der als Keim gedeutete Körper hatte eine dem früher geschilderten analoge Lage, war aber etwas grösser und dicker. Von dem Centrum seiner convexen Oberfläche zog sich etwas schräg nach abwärts eine geschlängelte Trennungsspur der Substanz.

Das zweite Furchungsbild wurde aus einem Eie gewonnen, dessen Schale schon nachweisbar Kalksalze enthielt. Wieder war an der Stelle, an welcher der Keim zu suchen ist, eine näherungsweise concav convexe Scheibe vorhanden, die aber dünner und grösser erschien, als die des früheren Stadiums. Von der Oberfläche gingen hier fünf Furchen in die Tiefe, welche die Scheibe auf dem Durchschnitte in sechs Felder zerlegten; die zwei äussersten Felder waren die längsten, die mittleren vier aber wichen in ihren Dimensionen nicht wesentlich von einander ab.

Auch an diesem Bilde liess sich nicht mit Bestimmtheit aussagen, ob nicht unter diesen Feldern noch andere, aber weniger scharf abgegrenzte Bestandtheile des Keims vorhanden waren.

Das nächste Stadium war einem Eie entnommen, dessen Schale schon spröde, aber relativ noch sehr dünn war. Hier war der Keim von dem Dotter schon scharf abgegrenzt, zwischen beiden schon eine deutlich wahrnehmbare Höhle vorhanden. Auf einem mittleren Durchschnitte war der Keim aus polygonalen Feldern zusammengesetzt, deren sich von der Oberfläche bis an die Höhle sechs zählen liessen.

Der ganze Keim, und jetzt liess sich wegen der scharfen Abgrenzung

nach unten diese Aussage mit Bestimmtheit machen, hatte immer noch näherungsweise die Gestalt einer biconvexen Linse, deren obere Fläche sich der Dotterhaut anschmiegte, deren untere Fläche aber uneben die zwischen Keim und Dotter bestehende flache Höhle nach oben abschloss. Die Felder an den Rändern waren die grössten und mit grösseren Körnern erfüllt, als die in den mittleren Partien. In einzelnen Feldern war ein Kern deutlich erkennbar.

In einem späteren, aber gleichfalls einem Eileiterei entnommenem Stadium war die Zerklüftung wesentlich weiter vorgeschritten. Nur an den Rändern waren noch grössere polygonale Felder vorhanden. In den centralen Partien sah man kleinere, locker an einander gefügte, in den höheren Lagen feiner, in den tieferen Lagen gröber granulirte Formelemente. In den peripheren Theilen lag die Keimscheibe auf dem Dotter auf, in den centralen Parthien waren aber beide von einander durch eine flache Höhle getrennt. Auf dem Boden dieser Höhle lagen einzelne solcher Formelemente, die dem Aussehen nach jenen in der untersten Lage der Keimscheibe glichen.

Ein noch späteres Stadium eines Eileitereies bot weiter nicht viel Bemerkenswerthes. Die Zerklüftung war selbst an den Randparthien noch weiter vorgeschritten, die Formelemente im Allgemeinen kleiner, die ganze Scheibe etwas dünner, die Höhle etwas tiefer, auf ihrem Boden einzelne grössere kugelige, stark granulirte Formelemente. Endlich wurde in einem Eileiterei noch eine weitere Entwickelungsstufe gefunden. Die Furchungselemente, die Embryonalzellen können wir auch sagen, waren stellenweise in zwei Schichten geschieden, von welchen die obere (*S* Fig. 403) dichter gefügt, aus kleineren Zellen zusammengesetzt war, während die untere (*D*) etwas grössere und gröbere granulirte Zellen enthielt, welche so unregelmässig gelagert waren, dass sie stellenweise nur eine Reihe, stellenweise wieder auf den Querschnitten Häufchen von zwei bis drei Zellen in der Tiefe, und in Folge dessen Vorsprünge bildeten.

An frisch gelegten Eiern ist der Keim zuweilen nicht weiter entwickelt, als hier geschildert wurde, während zuweilen die untere, aus grösseren Zellen bestehende Lage von der oberen in der ganzen Ausdehnung schärfer gesondert ist.

Im Allgemeinen können wir sagen, dass an frisch gelegten Eiern die Sonderung des Keims in zwei Schichten bald mehr, bald weniger scharf ausgeprägt, dass aber die Furchung noch nicht ganz abgelaufen ist. Die Formelemente der unteren Schichte sind noch ziemlich gross, ja es kommen daselbst einige noch sehr grosse Furchungskugeln vor (*M* Fig. 403), die nach abwärts gegen die Höhle mächtig prominiren, zuweilen selbst den Boden der Höhle berühren, so dass die Keimhaut auf Querschnitten wie von Pfeilern getragen aussieht. Zuweilen liegen solche grosse Elemente auf dem Boden der Höhle, ohne nach oben die Keimhaut zu berühren. Es muss in solchen Fällen fraglich bleiben, ob diese Elemente schon während des Lebens oder aber durch die Einwirkung des Reagens losgelöst worden sind. Es ist indessen das Vor-

kommen solcher grösserer und kleinerer auf dem Boden der Höhle liegender Elemente so constant, dass man sich der Vermuthung, sie wären schon wäh-

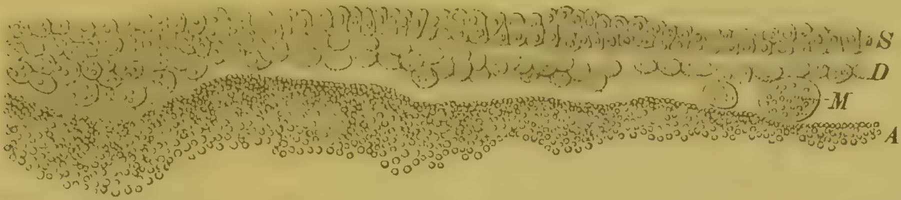


Fig. 403. Durchschnitt durch den Keim eines im Monate Juni frisch gelegten Eies.

rend des Lebens herabgefallen oder bei der Abhebung der Keimhaut vom Boden der Höhle daselbst liegen geblieben, nicht verschliessen kann.

Nahe dem freien Rande ist die Keimhaut namentlich durch die an ihrer unteren Fläche liegenden grossen Furchungskugeln verdickt, und geht die Verdickung von da in einen zugeschärften Rand über. Mit der letztgenannten Verdickung ruht sie auf dem Dotter auf und liegt also wie eine Decke über einer seichten Vertiefung des letzteren. Die Höhle, welche dadurch entsteht, wurde von Remak als Keimhöhle bezeichnet. Den die Höhle umgrenzenden Wall nannte His »Keimwall«. Dieser Wall ist aber kein Bestandtheil des Keims. Er gehört dem Dotter an und seine Bezeichnung als Keimwall trägt daher nicht den Thatsachen Rechnung.

Da die Darstellungen der Embryolagen an das zuletzt erörterte Stadium anknüpfen, so ist es hier am Platze, eine Skizze der einschlägigen Literatur zu geben.

Die herrschende Lehre über die Entwickelung der Wirbelthiere aus den sogenannten Keimblättern verdanken wir Caspar Friedrich Wolff [1]. Durch ihn erfuhren wir, dass das ganze zusammengesetzte Darmsystem sich aus einer einfachen blätterigen Anlage entwickelt.

Seine Lehre wurde von Pander [2] vervollständigt. Die Keimhaut besteht nach ihm aus einer Schichte von Körnern, die dem künftigen unteren Keimblatte zur Anlage dient. Ueber dieser Schichte sollte sich schon in den ersten Stunden der Bebrütung eine zweite Schichte von ähnlichen Körnern entwickeln, nämlich das künftige obere Blatt, so dass die Keimhaut um die zwölfte Stunde der Bebrütung aus zwei Blättern besteht, von denen er das obere das seröse, das untere das Schleimblatt nannte. Obschon er auch das mittlere Blatt als Gefässblatt beschreibt, so fehlte es doch dieser Beschreibung an Klarheit; dieses Blatt wird nämlich von ihm zuweilen als ein vollständiges Gebilde, in welcher sich die Gefässe entwickeln, zuweilen aber als Folge der Gefässentwickelung dargestellt. Dass sich aber nach 24stündiger Bebrütung immer in der Keimhaut drei leicht von einander trennbare Keimblätter vorfinden, wurde von ihm sicher erkannt. Pander war auch der erste, der einen Gesammtentwickelungsplan des Organismus zu entwerfen versuchte, indem er aus dem oberen Keimblatte alle die Gebilde ableitete, die seit Bichat und Reil als animale genannt wurden; hieher gehören: das Nervensystem mit den

1) De formatione intestinorum 1768—69. Deutsch von Meckel 1812.
2) l. c.

Sinnesorganen, ferner das Muskel- und Knochensystem; das mittlere Blatt hielt er bloss für ein Gefässblatt; dem unteren schrieb er die Anlage für das Darmsystem mit den dazu gehörigen drüsigen Organen zu.

Die Forschungen VON BAER's [1]) schlossen sich denen PANDER's an und können als Fortsetzung derselben angesehen werden. BAER beschrieb im unbebrüteten Eie eine Schichte als erste Anlage eines Keimblattes; in den ersten Stunden der Bebrütung soll aber nach ihm nicht über, wie es PANDER annimmt, sondern unter der genannten Schichte eine andere sich bilden, die zur Anlage des unteren Keimblattes dient. Die Entwickelung des mittleren Keimblattes (Gefässblatt) wurde von BAER übereinstimmend mit PANDER beschrieben. BAER hat den Gesammtentwicklungsplan weiter ausgebildet, als seine Vorgänger. Er hatte die Betheiligung des mittleren Keimblattes bei der Bildung der faserigen Anlage des Darmes, so wie der dazu gehörigen Drüsen bewiesen. Nach ihm theilen sich die zwei in den ersten Stunden der Bebrütung entstandenen Schichten von Neuem, u. z. jede in zwei Schichten, von denen die oberen die Haut- und Muskelplatte, die unteren aber die Schleim- und Darmfaserplatte bilden. Die beiden oberen Schichten wurden von ihm als animale Lage, die beiden unteren als vegetative bezeichnet. Anders fasste REICHERT [2]) die Sache auf. In der Keimhaut des befruchteten, unbebrüteten Eies unterschied er eine Schichte von Körpern, aus welchen sich in den ersten Stunden der Bebrütung eine Haut (Umhüllungshaut) entwickelt. Die Formirung dieser Hülle hielt REICHERT für die erste Bedingung zur weiteren Entwickelung des Embryo, indem sich auf dieselbe von innen her Dotterzellen schichtenweise auflagern; anfangs bildet sich die Anlage des Nervensystems, darauf die des mittleren Blattes, welches er seiner Lage zwischen dem oberen und unteren Keimblatte wegen Membrana intermedia nannte. Nach der vollkommenen Ausbildung dieser Membran beginnt die Entwickelung des unteren Blattes, indem sich auf der unteren Fläche der ersteren Dotterzellen auflagern, zu einer Zeit, wo der Embryo sich von der Keimhaut abzuschnüren beginnt. Was die Bedeutung der Keimblätter bei der weiteren Entwickelung des Embryo anbetrifft, so nimmt nach ihm das obere Blatt bei der Formirung des Embryo selbst keinen Antheil und geht schon während des embryonalen Lebens des Organismus unter. Was das mittlere Blatt anbelangt, so bewies er, der erste, die Theilung der Seitenplatten und die Betheiligung des mittleren Blattes an der Bildung der Rumpfwände. Die Hornschichte der Haut, die Hautdrüsen, das Muskel-, Knochen- und Gefässsystem, sowie auch die Darmfaserhaut mit den dazu gehörigen drüsigen Organen lässt er aus diesem Blatte sich entwickeln. Dem unteren Blatte schreibt er bloss die Anlage zur Entwickelung des Epithels der Verdauungsorgane zu.

REMAK bemerkte zuerst, dass die Keimhaut des befruchteten, unbebrüteten Eies aus zwei Schichten besteht. Die nächsten Veränderungen beziehen sich nach REMAK zunächst auf das untere Blatt, es wird dichter, doch ist es immer noch lockerer und weniger durchsichtig als das obere. Darauf folgt eine histologische Differenzirung seiner Elemente; eine Schichte von Zellen löst sich ab, welche nunmehr die untere Fläche wie ein Epithel bekleidet. Was das Verhältniss der Keimblätter unter einander in dem Bereiche des Fruchthofes anbelangt, so erscheinen das obere und mittlere schon sehr früh im Centrum des Fruchthofes verdickt und unter einander verwachsen. Das untere Blatt nimmt aber an dieser Verwachsung keinen Antheil. Mit Ausnahme des mittleren Theiles des Fruchthofes kann man alle drei Blätter auf der ganzen übrigen Ausdehnung, in der des Gefässhofes sowohl, als der des Fruchthofes leicht von einander trennen. Zugleich mit

1) Ueber die Entwickelungsgeschichte der Thiere, 1822. I. 2) l. c.

der anatomischen Selbständigkeit der Keimblätter suchte Remak auch ihr Verhältniss zu den verschiedenen Organen während der weiteren Entwickelung des Organismus festzustellen. Die Namen, die er den Blättern gegeben hat, erklären schon von selbst dieses Verhältniss. Das obere Blatt nennt er, wie schon dargethan wurde, Hornblatt oder Sinnesblatt, das mittlere motorisch-germinatives; das untere Blatt endlich Darmdrüsenblatt, indem sich aus ihm das Epithel des Darmsystems mit den dazu gehörigen drüsigen Organen entwickelt.

His [1]) beschrieb wieder im unbebrüteten befruchteten Eie nur eine Schichte von Körpern, welche die Anlage für das obere Keimblatt abgeben (Archiblast oder Neuroblast). Das untere Blatt entwickelt sich nach ihm in den ersten Stunden der Bebrütung des Eies durch Verlängerung und gegenseitige Verbindung der (subgerminalen) Fortsätze, die nach unten von der unteren Fläche der oberen Schichte ausgehen und aus einer oder mehreren Reihen von Zellen bestehen. Es ist somit das untere Blatt von Anbeginn an eine Production des oberen. Aus diesen zwei Blättern formirt sich nach ihm der gesammte Embryo mit Ausnahme des Blutgefässsystems und der Gruppe der Bindesubstanz, welche aus dem sogenannten weissen Dotter sich ausbilden. Es soll ferner im mittleren Bereich des Fruchthofes eine Schichte vom oberen, ferner eine vom unteren Keimblatt sich ablösen und endlich ein axialer Verbindungsstrang zwischen oberem und unterem Keimblatt entstehen.

Nach Hensen [2]) soll gleichfalls die Theilung der Keimhaut in Keimblätter später vor sich gehen, als es von Remak angenommen wurde. Hensen beschreibt ausserdem in der Periode der Entwickelung des Embryo, wo in der Mitte des Fruchthofes sich die Chorda dorsalis etc. entwickelt hat, eine »besondere feste kernlose Membran«, die er »Membrana prima« genannt hat. Sie befindet sich, dem oberen enger als dem unteren anliegend, zwischen dem oberen und mittleren Blatte. Sie soll eine wichtige Bedeutung bei der Entwickelung des Embryo haben.

Nach Dursy [3]) soll die Mitte der Keimhaut, das Embryonalschild, um die fünfzehnte Stunde der Bebrütung aus zwei Schichten bestehen; die untere glaubt er als Anlage für das mittlere Keimblatt halten zu dürfen. Die Behauptung Remak's, dass das mittlere Blatt sich durch Spaltung der unteren Schichte der Keimhaut entwickele, hält er für unerwiesen. Das untere Blatt entwickelt sich vielleicht später von Seite des Dotters.

Waldeyer [4]) schloss sich wieder Remak insoferne an, als er das mittlere Keimblatt und das Darmdrüsenblatt aus dem ursprünglich unteren Blatte ableitet. Doch erkannte Waldeyer unabhängig von Peremeschko, dass ein grosser Theil der später in der Embryonalanlage vorhandenen Zellen zwischen die Keimblätter hineinwandert. Nur hat er, insofern es sich dabei um die Zellen am Boden der Keimhöhle handelt, nicht entscheiden können, ob sie Abkömmlinge des weissen Dotters oder Furchungskugeln waren.

Das, was His subgerminale Fortsätze nannte, sieht er nicht als Production des oberen Keimblattes, sondern als primäre Abkömmlinge der Eizelle an.

Die Angaben von Peremeschko [5]) und Oellacher [6]) übergehe ich, da dieselben ohnehin die Basis meiner Darstellung ausmachen.

Eine Vergleichung meiner Darstellung mit der historischen Uebersicht ergiebt, dass ich die Keimscheibe des frisch gelegten Eies im Sinne Remak's

1) l. c.
2) Virchow, Archiv. Bd. XXX. Max Schultze's Archiv. Bd. III.
3) Der Primitivstreif des Hühnchens.
4) Zeitschr. f. rat. Med. 1869.
5) Wiener Sitzungsberichte 1868. 6) l. c.

ansehe, nämlich als aus zwei Blättern zusammengesetzt. Nur füge ich hinzu, ist die Scheidung in der ganzen Ausdehnung nicht immer gleichmässig ausgeführt, die Blätter hängen zuweilen stellenweise noch innig zusammen, und es bedarf der Einwirkung der Brutwärme, um die Scheidung vollkommen zu machen.

Die Zellen des unteren Blattes ändern im Laufe der ersten Brütstunden Form und Anordnung. Sie werden platt und erscheinen nunmehr auf dem Durchschnitte spindelförmig (*D* Fig. 404). Nach einigen Brütstunden lässt sich daher auf dünnen Durchschnitten gut conservirter Präparate mit unverwüstlicher Klarheit erkennen, dass zwei und nur zwei Schichten da sind; die obere Schichte ist dicker, compacter und ist zwei bis drei, oft auch mehr Zellen hoch; die untere Schichte aber besteht aus einer Zahl abgeplatteter, auf dem Durchschnitte spindelig erscheinender Zellen.

Das untere Blatt war schon ursprünglich, nachdem es aus dem gefurchten Keime abgespalten war, stellenweise einzellig, stellenweise aber liessen sich auf dem Durchschnitte vorspringende Häufchen von Zellen erkennen. Ich kann nicht angeben, was aus diesen Zellenhaufen inzwischen geworden ist.

Peremeschko theilte aber mit, dass sich die grossen granulirten Zellen auf dem Boden der Keimhöhle im Laufe der ersten Brütstunden beträchtlich vermehren. Da mit dieser Vermehrung der Zahl nicht gleichzeitig eine Verkleinerung einhergeht, liegt die Vermuthung sehr nahe, dass die vom unteren Keimblatte gegen die Höhle vorspringenden Zellen auf den Boden der Höhle fallen. Diese Vermuthung liegt um so näher, als es aus den früher geschilderten Bildern geradezu ersichtlich ist, dass ein Theil der in dem unteren Abschnitte des Keims liegenden Furchungselemente auf dem Boden der Höhle liegen bleiben, wenn der Keim sich abhebt, um eben diese Höhle zu bilden.

Das untere der beiden ursprünglichen Blätter ist meiner Darstellung zufolge nicht identisch mit dem, was Remak unter gleicher Bezeichnung beschrieben hat. Nach Remak sollten sich aus diesem unteren Blatte das mittlere und das spätere untere Blatt abspalten. So verhält es sich aber in der That nicht. Das ursprüngliche untere Blatt besteht, bevor noch das mittlere vorhanden ist, über der Keimhöhle wenigstens eben nur aus einer Lage platter Zellen, und es behält diese Structur noch lange, nachdem das mittlere Blatt angelegt ist, bei. Aus dieser Lage platter Zellen kann das viel dickere, mittlere Blatt nicht durch Abspaltung entstehen.

Peremeschko hat die ersten Spuren des mittleren Blattes um die siebzehnte Stunde der Bebrütung angetroffen. Die Zahlenangabe hat übrigens nur einen näherungsweisen Werth, da ja hierbei die Brüttemperatur[1]) und der

---

[1]) Ich bediene mich zum Brüten eines Wasserbades, das durch eine sich selbst regulirende Gasflamme auf circa 39° Cels. erhalten wird.

Zustand des Eies im Beginne der Bebrütung in Betracht kommen. Unter diesem Vorbehalte lasse ich hier die Angaben Peremeschko's folgen.

Ungefähr um die siebenzehnte Stunde der Bebrütung fanden sich zwischen dem oberen und unteren Blatte hie und da grobkörnige Elemente, deren Aussehen nach Grösse und Inhalt von den Zellen des oberen wie des unteren Blattes wesentlich differirten, wohl aber mit denjenigen übereinstimmten, welche am Boden der Höhle liegen; bald darauf erfolgte die centrale Anlage des mittleren Blattes. An einigen Präparaten konnte man bemerken, dass diese Anlage zum Theil schon aus charakteristischen Zellen des späteren mittleren Blattes, zum Theil noch aus den charakteristischen grobkörnigen grossen Elementen (*M* Fig. 404) bestand; das obere Blatt erschien

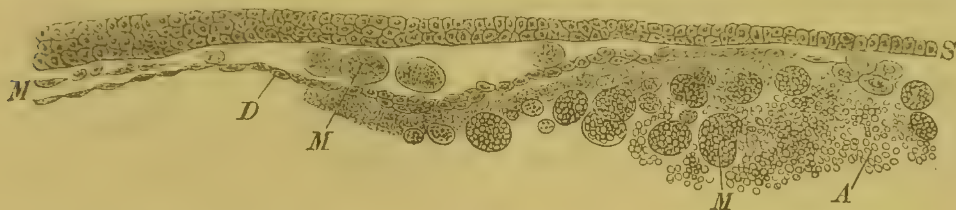


Fig. 404. Durchschnitt durch den Hühnerkeim des ersten Bruttages.

ziemlich scharf von der erwähnten Schichte abgegrenzt. Der centrale Theil des mittleren Blattes entwickelte sich also früher als die übrigen Theile desselben. Präparate, an welchen der centrale Theil schon entwickelt war, zeigten beiderseits von demselben im Raume zwischen dem oberen und unteren Blatte bis an die Peripherie und etwas über dieselbe hinaus neugebildete charakteristische Zellen des mittleren Blattes in Form von dünnen Schichten oder kleinen Haufen, und zuweilen zwischen ihnen wieder die grösseren, grobkörnigen Elemente, wobei sich die Uebergangsformen von den letzteren zu Haufen von Zellen unterscheiden liessen. Es ist also dieser Beobachtung zufolge anzunehmen, dass sich das mittlere Blatt aus den grossen grobkörnigen Elementen entwickelt.

Wir sehen dabei, dass Formelemente an einem Orte (Boden der Keimhöhle), wo sie stark angehäuft waren, allmählig sich vermindern, während ganz ähnlich aussehende Elemente in einem benachbarten Raume (zwischen dem oberen und unteren Blatte) auftreten, zahlreicher werden und sich zu Haufen kleinerer Zellen umgestalten.

Es muss also die Vermuthung rege werden, dass wir es mit einer Translocation zu thun haben, dass die granulirten Gebilde, welche früher auf dem Grunde der Höhle lagen, zwischen die beiden ersten Keimblätter hineingelangt sind.

Um die dreiundzwanzigste Stunde der Bebrütung waren alle drei Keimblätter vollständig ausgebildet. Die Zellen jedes Blattes trugen so charakteristische Merkmale, dass man sie leicht von einander unterscheiden konnte. Von den Zellen des oberen und unteren Keimblattes wurde schon oben ge-

sprochen. Die des mittleren waren kleine runde Zellen mit ungemein zarten Contouren und länglichen, scharf hervortretenden Kernen.

Was das Verhalten der Blätter unter einander anbelangt, so können sie getrennt von einander dargestellt werden, mit Ausnahme des mittleren Theiles der Keimhaut, wo es nicht gelingt, das mittlere Blatt vom oberen zu trennen.

Peremeschko hat die mehrfach genannten grossen Elemente auf dem Grunde der Höhle auf dem Wärmetische geprüft. Sie verändern ihre Form bei einer Temperatur von 32—34 C. Diese Formveränderung besteht gewöhnlich darin, dass sie anfangs sich zusammenziehen, was man daraus schliessen kann, dass sie an Umfang abnehmen und undurchsichtig werden, wobei ihre Gestalt oval oder unregelmässig rund wird; darauf nehmen sie an Umfang zu und werden von Neuem durchsichtiger. Die Erscheinung der Ausdehnung und Zusammenziehung wiederholte sich an einem Exemplare einige Male. Die Formveränderungen konnte er sowohl an bebrüteten, wie an unbebrüteten Eiern beobachten, sie gingen aber ungemein langsam vor sich.

Die Beobachtungen Peremeschko's sind nachträglich von Oellacher bestätigt worden. Die eindeutigen Bilder sind mir übrigens ausserdem so oft zur Anschauung gekommen, dass ich die gemachten Angaben in ihren Hauptzügen als den Thatsachen entsprechend hinstellen muss.

Vergleichen wir jetzt die Anordnung der Furchungselemente bei Batrachier- und Hühnerkeimen, so ergiebt sich folgendes: Das äussere Keimblatt oder das sensorielle Blatt Remak's ist bei Batrachiern in zwei Schichten getheilt, im Hühnerkeime aber ungetheilt. In beiden Fällen entsteht es aber aus einer oberflächlichen Zellenlage, welche sich früher abgefurcht hatte, als die tiefere Lage; aus dieser letzteren entstehen bei beiden anderen Blätter, nämlich das untere und mittlere Blatt. Es existirt also in einem gewissen Stadium ein gemeinschaftlicher Gegensatz zwischen einer oberen Lage kleinerer und einer unteren Lage grösserer Zellen.

Bei Batrachiern wie bei Hühnern erfahren die grösseren und langsamer furchenden Zellen eine partielle Dislocation, zunächst innerhalb einer mit der Furchung sich entwickelnden Höhle. Bei den Batrachiern sind es die grossen Keimzellen, welche an die Decke der Furchungshöhle herantreten. Bei Hühnern sind es die grossen grobkörnigen Elemente, welche an den Boden herabfallen und dann, um zwischen das obere und untere Blatt zu gelangen, eine active oder passive Wanderung antreten müssen.

In beiden Fällen bilden die sich langsamer furchenden grossen Elemente die Anlage für das mittlere und Drüsen-Blatt, und es herrschen nur Verschiedenheiten in der Art, wie sie zum Ziele gelangen. Für das Hühnchen wissen wir, dass das mittlere Blatt mit der ersten Anlage noch nicht vollendet ist. Ich werde später darthun, dass im Laufe des zweiten Entwickelungstages

behufs Anlage der Gefässe eine zweite Einwanderung von grossen grobkörnigen Elementen erfolgt, deren Vorrath auf dem Boden der Keimhöhle, wie ich nur beiläufig bemerken will, durch den ersten Schub noch nicht erschöpft war.

Für eine nachträgliche Ergänzung des mittleren Keimblattes durch eine besondere Blutgefässanlage finden wir in den Batrachiereiern kein Analogon. Die Ursache hierfür ist aber zunächst darin zu suchen, das über die ersten Blutgefässanlagen dieser Eier noch nichts bekannt geworden ist. Jedenfalls bleibt auch in Batrachiereiern nach der Anlage des mittleren Blattes ein Vorrath von grossen Furchungselementen zurück (Fig. 402), über deren Verwerthung wir bis jetzt nichts wissen.

C. Forellenkeim. Ich will im Interesse der vergleichenden Darstellung in Kürze noch jene Daten mittheilen, welche über die embryonalen Blätter bei Knochenfischen bekannt geworden sind. Rynek[1]) hat diese Frage unter meinen Augen an Forelleneiern studirt, und seine Mittheilungen sind die einzigen, welche sich auf Querschnitte beziehen. Diese haben ergeben, dass der gefurchte Keim[2]) ursprünglich in seiner ganzen Ausdehnung auf dem Dotter liegt, dass sich aber dann während der Ausbreitung des Keims die schon durch Lereboullet[3]) bekannt gewordene Höhle ausbildet. Diese Höhle ist der Keimhöhle des Hühnereies durchaus analog. Der Keim ist über die Höhle hingespannt und liegt mit verdicktem Rande an der Peripherie der Höhle auf dem Dotter auf. Der über die Höhle gespannte Theil zeigt wieder in seiner unteren Lage grössere Zellen, die genau so wie beim Hühnchen stellenweise zu hervorragenden Häufchen angeordnet sind. Allmählig wird aber die untere Fläche eben, und der über der Höhle liegende Theil erweist sich dann als aus zwei Schichten gleichmässig kleiner Zellen bestehend. Die obere Schichte besteht aus einer einzigen Zellenreihe, die untere aber ist zwei bis drei Zellen tief. Die weitere Untersuchung ergab, dass aus diesen zwei Schichten nur das Analogon des Remak'schen sensoriellen Blattes entsteht. Somit ist dieses gleich wie bei den Batrachiern aus zwei gesonderten Anlagen zusammengesetzt.

Auf dem Boden der Keimhöhle liegen grössere grobkörnige Elemente. Ueber die Herkunft dieser Elemente kann kaum gestritten werden. Der Dotter des Forelleneies enthält keine Formelemente, aus welchen sie abgeleitet werden könnten. Es bleibt daher keine andere Annahme übrig, als dass sie Reste des gefurchten Keims sind, die bei der Abhebung desselben vom Dotter auf diesem theils liegen geblieben, theils nachträglich herabgefallen sind. Wir sehen also hier in der Gegend der Keimhöhle die analogen Verhältnisse, wie wir sie am Hühnerkeime angetroffen haben.

---

1) Max Schultze's Archiv. Bd. V.

2) Die Furchung ist zuerst von Rusconi im Jahre 1836 (Müller's Archiv) beschrieben worden.

3) Nouvelles recherches et Annales d. sc. nat. Zoolog II. 1864.

Es machen sich indessen durchgreifendere Unterschiede geltend, und um diese zu erledigen, muss ich auf einige vergleichend embryologische Verhältnisse eingehen. Coste[1]) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass sich der Fischembryo nicht in der Axe des Keims anlege, wie dies beim Hühnchen der Fall ist, sondern an einer Stelle des verdickten Randes. Der Leser wird sich das Verhältniss durch folgendes Bild leicht versinnlichen können. Man denke sich ein kleines Wachskügelchen auf eine grössere hölzerne Kugel gelegt, und lasse nunmehr das erstere sich erst zu einem Scheibchen mit verdickten Rändern ausdehnen; dann soll die Ausdehnung immer weiter schreiten, der verdickte Rand immer grösser werden, bis dieser den Aequator der hölzernen Kugel umgreift. Nun lasse man die Wachskappe noch weiter dehnen, den verdickten Rand nunmehr kleiner werden, bis er an dem, dem Ausgangspunkte entgegengesetzten Pole angelangt auf ein sehr enges, kaum sichtbares Ringelchen reducirt ist. Nunmehr ist die Kugel nahezu vollständig von der Wachskappe überzogen. Genau so ist das Verhältniss zwischen Keim und Dotter am Forelleneie. Erhärtet man die Eier verschiedener Stadien in Chromsäure und schält die dicke Dotterhaut vorsichtig ab, so kann man die verschiedenen Stadien der Umwachsung dem unbewaffneten Auge demonstriren. Bevor die Kappe noch das erste Drittel der Dotterkugel bedeckt, erkennt man schon, dass der verdickte Rand an einer Stelle besonders mächtig ist. Bei Lupenvergrösserung kann man hier die Rückenfurche wahrnehmen, welche gegen den oberen Pol (ursprüngliche Lage des Keims) gerichtet ist.

Indem sich die Kappe ausdehnt, wächst diese Anlage als ein verdickter Strang der Kappe, vom verdickten Rande ausgehend gegen den oberen Pol hin. Wenn der Rand endlich auf einen schmalen, mit freiem Auge kaum sichtbaren Ring reducirt ist, steht dieser zum Embryo (verdickter Strang) in einer Beziehung, die lebhaft an die Beziehungen erinnert, in welcher die Rusconi'sche Afteröffnung des Batrachiereies zur Axe der Rückenhälfte steht. Rusconi hat auch schon auf diese Aehnlichkeit aufmerksam gemacht.

Die Rückenfurche erstreckt sich beim Batrachierei von der Afteröffnung gegen den oberen Pol, ohne ihn indessen zu erreichen. Genau so liegt der den Rücken des Forellenembryos repräsentirende verdickte Strang zu dem ringförmigen Reste des verdickten Randes, der, wie sich das von selbst ergiebt, einen Canal begrenzt. Durch diesen Canal liegt aber im Forellenei der Dotter zu Tage, während im Batrachiereie, wo ein Dotter nicht existirt, grosse Furchungszellen zu Tage liegen.

Die ganze übrige Kappe wird zum kleineren Theile Leibeswand, zum grösseren Theile Dottersack[2]). Das Centrum der Keimscheibe, welches also ursprünglich über der Keimhöhle liegt, ist beim Hühnchen der allerwichtigste Theil, es ist der eigentliche Embryo, im Fischeie ist es hingegen Dottersackanlage. In beiden Keimen fallen die tiefer liegenden grossen Zellen auf den

1) l. c.

2) Vergl. meine Abbildungen: Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. LI.

Boden der Keimhöhle herab. Beim Hühnchen bleibt aber eine Schichte zurück, um das Darmdrüsenblatt zu bilden. Bei der Forelle fallen alle herunter, es wird im Centrum gar kein Drüsenblatt angelegt.

Folgt man hingegen um die Zeit, als das verdünnte Centrum (*S*) des noch wenig ausgebreiteten Keims über der Höhle liegt, den auf dem Boden der Höhle liegenden grossen Zellen (*M*) gegen die Peripherie, so gewahrt man, dass sie direct übergehen in eine tiefere Lage grosser Zellen, welche an dem verdickten Rande die untere Schichte und, wie sich weiter ergiebt, die Anlage für das motorische Blatt sowohl, wie für das Darmdrüsenblatt bilden.

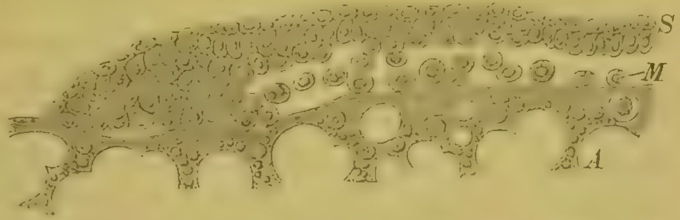


Fig. 405. Durchschnitt durch den Keim von Salmo fario.

Dieses Verhältniss legt die Vermuthung nahe, dass die grossen Zellen am Boden der Keimhöhle gegen die Peripherie hin wandern, um die daselbst befindlichen grosszelligen Anlagen entweder zu bilden oder zu verstärken. Es ist übrigens weiter zu bedenken, dass sich unter den Wänden des Dottersacks ein reiches Blutgefässnetz ausbildet, und dass die grossen Zellen auf dem Boden der Höhle auch nach dieser Richtung hin Verwerthung finden könnten.

D. Säugethiere. Ueber die ersten Veränderungen des Säugethierkeims habe ich selbst kaum nennenswerthe Beobachtungen gemacht. Ich bin also auf diesem Gebiete nur Compilator. So werthvoll indessen das literarische Material ist, welches mir vorliegt, so kann ich doch auch davon nur beschränkten Gebrauch machen. Erstens weil ich an diesem Orte nicht eine Geschichte der Kämpfe geben kann, durch welche die ersten sicheren Sätze erobert worden sind. Zweitens, weil das Säugethierei während der neuesten Epoche der Embryologie gar nicht bearbeitet worden ist.

Die älteren Mittheilungen passen nicht gut in die neugestalteten Anschauungen, und ich habe keine Neigung, die Incongruenzen am Schreibtische auszuglätten. Ich ziehe es vor, die Darstellung dürftig auszustatten, dabei aber darauf aufmerksam zu machen, dass in der Entwickelungsgeschichte des Säugethiereies die noch ungehobenen Schätze reichlich vorhanden sind.

Ein bestimmtes Bild von der Furchung des Säugethiereies hat zuerst Bischoff entworfen. Wenn auch dieser Forscher selbst[1]) das Verdienst der ersten Erkenntniss des Vorganges Karl Ernst v. Baer zuschreibt, so kann ich mich als Historiker doch nicht daran halten. Die Beschreibung Bischoff's ist eben die erste, welche auf der Höhe auch unserer heutigen Anschauung steht. Hier finden wir klar ausgesprochen, dass sich der Keim (Dotter) innerhalb der Hülle und unabhängig von ihr in kleinere Formelemente abspaltet. So gelangt

1) Entwickelungsgeschichte des Kaninchencies. 1842. p. 66.

nun das Ei des Kaninchens, heisst es in der betreffenden Abhandlung, noch in dem Zerlegungsprocesse seines Keims (Dotters) in immer kleiner werdende Kugeln begriffen, von einer starken Eiweissschichte umgeben, aus dem Eileiter in den Uterus. In seinem Durchgange durch den Eileiter scheint dasselbe nach den übereinstimmenden Beobachtungen von de Graaf, Cruikshank, Coste, Wharton Jones, Barry und Bischoff ziemlich constant $2^1/_2$ Tage zu brauchen.

Bei dem Vertrauen, welches die Abbildungen Bischoff's einflössen, wird uns jetzt die Vermuthung nahe gelegt, dass auch das Säugethierei nicht in seiner ganzen Ausdehnung gleichmässig abfurcht. Innerhalb des Uterus entwickelt sich auch im Säugethiereie eine Höhle, die sich allmählig so vergrössert, dass die Furchungselemente, an die Peripherie gedrängt, als sehr dünne Lage die Höhle umschliessen oder, wie es auch ausgedrückt wird, die Wand einer Blase bilden. In diesem Zustande ist das Eichen schon von de Graaf erkannt worden. Er beschrieb es als ein aus zwei Hüllen bestehendes Bläschen. Die äussere Hülle ist, wie das Bischoff ganz klar darthat, die Keimhülle, die innere aber die eigentliche Keimhaut. Bischoff beschrieb aber ferner eine dunkle, aus Kugeln bestehende Masse, welche der Keimblase nach innen an irgend einer Stelle anliegt. Es sind dies Kugeln, sagte er, welche den aus der früheren Theilung des Keims hervorgegangenen Kugeln ganz gleich und offenbar dieselben sind. Diese Kugeln müssen also in der Furchung gegen diejenigen Zellen zurückgeblieben sein, welche die äusserst dünne und jetzt schon sehr helle, durchsichtige Blasenwand bilden. Ob der Ort, an welchem sich diese Keimzellen anhäufen, identisch ist mit demjenigen, an welchem sich später die Keimblase verdickt erweist, müssen wir vorläufig dahingestellt sein lassen.

An dieser verdickten Stelle (Keimhügel v. Baer's, Embryonalfleck Coste's) hat wieder zuerst Bischoff eine Spaltung in zwei Blätter erkannt und seine Schilderung der betreffenden Stelle entspricht genau den Verhältnissen, die wir jetzt mit besseren Hilfsmitteln bei Vögeln, Batrachiern und Fischen kennen gelernt haben. Die Zellen des animalen Blattes bilden, jener Beschreibung zufolge, eine dichtere Membran, während die Zellen des vegetativen Blattes noch deutlich getrennt und sehr zart und blass erscheinen. In welchem Sinne heute diese zwei Blätter zu deuten sind, vermag ich nicht zu bestimmen. Ein einziger, einigermassen klarer Durchschnitt aus einem Hundeei des entsprechenden Alters legte es mir nahe, die beiden Blätter, aus welchen die Keimblase ausserhalb der Rückenanlage (Keimhügel) zusammengesetzt ist, als die Analoga des Remak'schen sensoriellen und Drüsenblattes anzusehen. Eine weitere definitive Aufklärung, namentlich über die Verhältnisse am Keimhügel, bleibt der Zukunft anheimgestellt.

Ueber ein drittes, zwischen diesen beiden Blättern auftretendes Gefässblatt, von welchem in der Literatur vielfach die Rede ist und auch von Bischoff angenommen wurde, kann ich hier nicht weiter berichten. Es ist erstens zweifelhaft, ob dieses mittlere Blatt wirklich Gefässblatt ist oder dem

mittleren Keimblatte Remak's entspricht. Es bedarf ferner die Frage nach der Entwickelung des mittleren Keimblattes bei Säugethieren einer ganz erneuten Untersuchung. Nach dem, was die vergleichende Untersuchung bei den anderen Ordnungen gelehrt hat, wage ich es nicht, irgend eine der bekannt gewordenen Meinungen zu reproduciren. Insofern dieses Blatt endlich in der That auch die Gefässanlagen enthält, werde ich noch später darauf zurückkommen.

E. Morphologischer Werth der Keimblätter. Vom äusseren Keimblatt ist schon ausgesagt worden, dass es die Anlage des Centralnervensystems, des nervösen Bestandtheils der Sinnesorgane und der oberflächlichen zelligen Bedeckung des Thieres enthält. Es ist auch auseinandergesetzt worden, warum ich es als vereinigtes Horn- und Nervenblatt bezeichne. Bei Batrachiern, bei welchen das Hornblatt vom Nervenblatte gesondert ist, sind die Verhältnisse ausserordentlich klar. Das Hornblatt ist in der ganzen Ausdehnung gleichmässig dünn und verdickt sich zunächst da, wo die bekannten Haftnäpfe der Larve entstehen. Es entstehen aus ihm die innere zellige Auskleidung des Centralcanals, die äussere zellige Bedeckung des Thieres und die zellige Auskleidung aller von da ausgehenden Drüsen. Das Nervenblatt aber habe ich schon in den frühesten Stadien in der Gegend, wo später das Gehirn erscheint, verdickt gefunden. Von da aus verschmächtigt es sich langsam gegen das Schwanzende (Dotterpfropf) und ziemlich rasch nach allen anderen Richtungen hin.

Für die Anlage der Netzhaut des Auges ist keine besondere Verdickung da, da sich diese bekanntlich aus dem Gehirn (durch Ausstülpung) entwickelt. Für das Geruchsorgan, Gehörorgan und Geschmacksorgan sind aber besondere Verdickungen [1]) da. Ueber die Anlage des Tastorgans weiss ich nichts auszusagen; ich muss aber darauf hinweisen, dass das Nervenblatt gleich dem Hornblatte die ganze Peripherie umgiebt, und es wird daher zu untersuchen sein, in welcher Beziehung diese periphere Ausbreitung zu dem Tastorgan steht.

Ob sich nervöse Gebilde auch aus dem mittleren Keimblatte entwickeln können, kann ich trotz der bestimmten Behauptung Remak's noch nicht als ausgemacht hinstellen. Hier müssen weitere gründliche Untersuchungen eingeleitet werden. Beobachtungen an dem Schwanze der Froschlarven machen es wahrscheinlich, dass die peripheren Nerven von der Axe zur Peripherie ursprünglich als Protoplasmafortsätze hervorwachsen. Wo aber einmal solche Fortsätze hineinwachsen, da können sich auch aus ihnen und in ihrem Verlaufe zellige Elemente ausbilden. So lange als diese theoretische Betrachtung nicht durch bestimmte Beobachtungen widerlegt ist, können wir diese wichtige Frage nicht als im Sinne Remak's erledigt ansehen.

1) Vergl. die Abhandlungen von Schenk und Török in den Wiener Sitzungsberichten Bd. L und Bd. LIV.

Aus dem mittleren Keimblatte entstehen die Muskel- und Bindesubstanzen. Dieser Ausspruch ist durch die Beobachtung so leicht zu erhärten, dass ich, so gewichtige Stimmen dagegen auch laut geworden sind, den Gegenstand einer weitläufigen Discussion nicht zu unterziehen brauche.

Zunächst gehört die Chorda zu den Bindesubstanzen. Der primitivste Durchschnitt lehrt aber schon, dass die Chorda die ganze Dicke des mittleren Keimblattes in Anspruch nimmt, dass sie nach oben an das centrale Nervensystem und nach unten an das Drüsenblatt stösst. Aus den die Chorda seitlich begrenzenden Theilen des mittleren Keimblattes theilen sich paarig die Wirbel ab. Wieder lehren die primitivsten Schnitte, dass diese Wirbel, wie es schon Remak dargethan hat, sich in Abtheilungen zerlegen. Nur ein Theil eines jeden Urwirbels wird Knochen; ein Theil wird sicher Muskel, und es lässt sich vermuthen, dass ein dritter Theil zur Hautanlage wird.

Ich habe ferner dargethan [1], dass an der Stelle, wo später der vordere Abschnitt des Schädels entsteht, Knochen und Muskel durch die Ausbildung von Grenzlinien in einer ursprünglich einheitlichen Anlage gebildet werden, und es kann also auch hier über die Genese der Bindesubstanzen kein Zweifel obwalten.

Reichert hat, wie schon erwähnt wurde, die Spaltung des mittleren Keimblattes behufs Bildung der Pleura- und Peritonealhöhle zuerst erkannt. Bei der jetzt geübten Methode, die Entwickelungsgeschichte auf Durchschnitten zu studiren, ist die Erkenntniss dieses Verhältnisses wieder ziemlich leicht. Man sieht, dass die an die Wirbel grenzenden Seitentheile (Seitenplatten, Remak) ganz im Sinne Remak's sich abspalten, zweiblätterig werden, und dass zwischen ihnen die serösen Höhlen entstehen. Die Auskleidung dieser Höhlen wird also unzweifelhaft aus dem mittleren Keimblatte gebildet. Ich verweise im Uebrigen auf die klare Darstellung Remak's, nach welcher das obere dieser beiden Platten an das vereinigte Nerven- und Hornblatt, das untere aber an das Drüsenblatt sich anlegen, um einerseits die Leibeswand, andererseits das Darmrohr zu bilden. In dem ersteren Falle giebt das Hornblatt die äussere zellige Bedeckung und die zellige Auskleidung der äusseren Drüsen, in dem letzteren Falle aber das Darmdrüsenblatt die zellige Auskleidung der Darmhöhle, sowie aller drüsigen Organe, welche aus dem Darm hervorwachsen.

Die Beziehungen der ersten Rudimente des Urogenitalapparats zu dem mittleren Keimblatte sind schon pag. 565 von Waldeyer besprochen worden.

Entstehung der einfachen Gewebe im Embryo.

Ueber die Entstehung der Zellen ist nach dem, was (pag. 25 dieses Buches) schon gesagt ist, nur wenig nachzutragen. Ich habe inzwischen der Zelltheilung grössere Aufmerksamkeit gewidmet und gefunden, dass sich der Vorgang in entzündeten Geweben ziemlich leicht beobachten lasse. Man

---

1) Archiv von Reichert und Dubois. 1864.

braucht eben nur die Gewebe während der Beobachtung unter Bedingungen zu erhalten, die ihrem Weiterleben günstig[1]) sind. Es hat sich auf diesem Wege durch directe Beobachtung ergeben, was theoretisch längst entschieden zu sein schien. Nur das früher aufgestellte Schema hat sich als nicht ganz richtig erwiesen. Es braucht eine Zelle nicht erst bisquitförmig zu werden, um sich zu theilen. Sie theilt sich entweder unter steter Ausführung amöboider Bewegungen dadurch, dass der Zellleib eben durch seine Bewegungen in zwei durch einen dünnen Faden verbundene Massen übergeht und der Faden endlich entzweireisst. Oder die Zelle ballt sich zu einem Klümpchen, in welchem eine Theilungsmarke sichtbar wird, die zuweilen wieder schwindet, dann wieder erscheint und das Spiel wiederholt, bis endlich eine Marke definitiv wird. In solchen Fällen gewinnt man bei der directen Beobachtung die Ueberzeugung von der wirklich stattgehabten Theilung erst dann, wenn ein Theil oder beide Theile ihre amöboiden Bewegungen wieder aufnehmen und sich von einander entfernen. Die Zellen gehen aber nach der Theilung in der Regel nicht aus einander; sie theilen sich, und nur die Kittsubstanzen zwischen ihnen deuten die stattgehabte Theilung an.

Durch die Untersuchung der Zellvermehrung in entzündeten Geweben hat auch die Zellentheorie eine gewisse Modification erfahren. Es hat sich herausgestellt, dass Zellen, welche schon eine solche Altersstufe erreicht haben, dass amöboide Bewegungen an ihnen sich nicht mehr wahrnehmen lassen (fixe Bindegewebskörperchen) unter günstigen Einflüssen (Entzündungsreize nud deren Folgen) wieder amöboid werden können. Es hat sich weiter herausgestellt, dass dies nicht für alte Zellen überhaupt gilt. Es kommt auch vor, dass die äussere Schichte der Zelle unverändert bleibt, und dass nur ein centraler Theil sich von der Umgebung zurückzieht, dass die Zelle zu einer Blase umgestaltet wird, in welcher nunmehr eine amöboide Zelle oder mehrere solche Zellen liegen.

Es ist dadurch dargethan, dass die von Brücke gegebene Erklärung der endogenen Zellenbildung (p. 25) die wirklichen Vorgänge treffend charakterisirt hat. Durch die Beobachtung Oser's[2]), dass die endogen gebildeten Zellen durch Rissstellen der mütterlichen Hüllen auswandern, ist diese Angelegenheit endgültig erledigt worden.

Die Entwickelung der Epithelien und Endothelien bedarf nach den in diesem Capitel gegebenen Erörterungen keiner weiteren Beschreibung.

Die Entwickelung der Bindesubstanzen hat Rollett im zweiten Capitel dieses Buches auseinandergesetzt. Ich muss nur, da es eben am Platze ist, mich dahin aussprechen, dass ich die Entstehung von fibrillärem Bindegewebe aus Zellfortsätzen für erwiesen ansehe; dass ich hingegen die Zerspaltung einer homogenen Grundsubstanz in Fibrillen für nicht streng erwiesen halte.

Unsere Kenntnisse über die ersten Spuren der embryonalen Blutgefässe beziehen sich fast ausschliesslich auf den Hühnerkeim.

1) Stricker, Studien. 2) Ebenda p. 83.

C. F. Wolff wusste schon, dass das Blut in der Keimscheibe des Hühnchens inselförmig entstehe, und Pander griff noch weiter zurück, indem er die Entstehung der Wolff'schen Blutinseln aus kleineren dunkleren Inselchen ableitete, welche man sowohl im durchsichtigen Hofe als auch in der undurchsichtigen Zone wahrnehmen könne. Diese Inseln, sagte Pander, verlängern sich, werden schmaler, greifen mit ihren Enden in einander und bilden ein röthliches Netz mit durchsichtigen Zwischenräumen. Baer hat noch von den Pander'schen Inseln, aber in ziemlich unklarer Fassung gesprochen, und später fielen diese Beobachtungen Pander's der Vergessenheit anheim. Man schloss sich namentlich nach dem Bekanntwerden der Remak'schen Arbeiten allgemein diesem Forscher an, der ein secundäres Stadium für das primäre gehalten und jenes allerdings in sehr fasslicher Form gedeutet hatte. Remak hatte die fertigen Blutgefässnetze für die erste Spur des Systems gehalten, und da er sie gleich mit Blut gefüllt sah, legte er sich das Bild folgendermassen zurecht. Es treten, sagte er, Zellen zu Strängen und Netzen zusammen, so dass die peripheren Elemente eines jeden Stranges zur Gefässwand verschmelzen, die centralen aber Blutkörperchen werden. Als dann einige Jahre später durch die Silbermethode selbst in den Capillaren die Zellgrenzen kenntlich gemacht wurden, schien die von Remak ausgehende Lehre fester denn je gegründet.

Erst vor einigen Jahren hat Affanasief[1]) die insuläre Anlage der Blutgefässe wieder entdeckt. Ich muss in diesem Falle ausnahmsweise betonen, dass die Arbeit unter meiner Leitung gemacht wurde. Denn Affanasief hat seinen Fund nachträglich als unlauter erklärt, in welcher Beziehung ich nicht mit ihm halten kann. Bald darauf hat sich auch His für die inselförmige Anlage der Gefässe ausgesprochen, und in neuester Zeit hat uns endlich E. Klein[2]) über diese Angelegenheit befriedigende Aufschlüsse gebracht. Es sind dadurch die Beziehungen, welche nach der Arbeit von Affanasief noch dunkel geblieben waren, vollständig aufgeklärt, und ich gehe jetzt an die Beschreibung der primären Blutgefässentwickelung mit dem Bewusstsein, eine vom morphologischen Standpunkte aus endgültig gelöste Frage zu behandeln.

Untersucht man eine frische Keimscheibe im Beginne des zweiten Brüttages ohne Deckglas unter mässig starken Vergrösserungen, so gewahrt man in der Tiefe des Gewebes isolirte zellige Elemente in den verschiedenen Entwickelungsstufen zu grossen, mit Vacuolen versehenen, oder sagen wir gleich blasigen Gebilden. Die grossen Blasen machen auf dem optischen Querschnitte den Eindruck, als wenn sie aus Spindelzellen zusammengefügt wären. Indem die Zelle zu einer Blase heranwächst, vermehren sich nämlich die Kerne in der Blasenwand, prominiren gegen den Blasenraum, und so viele Kerne man in einem optischen Querschnitte sieht, so viele Spindelzellen scheinen vorhanden

1) Wiener Sitzungsberichte 1866. Bd. LIII.
2) Wiener Sitzungsberichte 1871. Märzheft.

zu sein. Klein hat gezeigt, dass sich von der Innenwand dieser Blasen Zellen abschnüren, welche in den Blasenraum hineinfallen und zu Blutkörperchen werden.

Die isolirten zelligen Elemente sind auch auf Durchschnitten von gehärteten Präparaten zu erkennen, und es ergiebt sich da, dass man sie aus früher entwickelten Gründen gleich den Zellen des mittleren Blattes für Abkömmlinge des gefurchten Keims halten muss, die aber nun nachträglich einwandern. Es ergiebt sich ferner, dass sie auch ihrer definitiven Lage nach dem mittleren Keimblatte zugezählt werden müssen. Wir sehen demgemäss, dass aus einer Furchungskugel oder einer Embryonalzelle eine blutkörperchenhaltige Blase, oder wir können auch sagen ein nach dem Typus der Capillaren gebautes und allseitiges geschlossenes Gefäss wird. Die Wand der Blase ist Protoplasma, dessen Kerne sich vermehrt haben, und die Höhlung ist so entstanden, wie Vacuolen überhaupt entstehen.

Die Blutkörperchen sind in der Zelle endogen erzeugt worden, und zwar nach der Beschreibung Klein's, indem sich von der Innenwand der Blase Knospen erheben, welche abgeschnürt werden und in den Blasenraum hineinfallen. Es kommt aber noch eine zweite Art der endogenen Blutbildung vor, welche der uns bekannten endogenen Zellenbildung näher steht. Es wandelt sich zuweilen der centrale Theil einer grossen Zelle in Blutkörperchen um, so dass wir das Bild einer mit Blutkörpern gefüllten Cyste vor uns haben. Im Principe sind beide Formen gleich, es sind in beiden Fällen aus Einzelzellen entstandene blutkörperchenhaltige und geschlossene Gefässe.

Die Wände solcher Blasen wachsen nun zu soliden Sprossen aus, die nachträglich hohl werden. Das freie Ende einer Sprosse kann wieder zu einer Blase der einen oder anderen Form heranwachsen, so dass nunmehr zwei Cysten mit einander communiciren; oder es verbinden sich die Sprossen verschiedener Blasen unter einander, oder eine Sprosse mit einer Blase, oder die Blasen direct miteinander, und so kommt ein communicirendes Gefässsystem zu Stande. Die Sprossenbildung dauert noch fort, nachdem das communicirende Netzwerk angelegt ist. Im Schwanze der Froschlarven, wo man die Neubildung der Gefässe allerdings erst zu einer Zeit beobachten kann, wo schon Kreislauf eingeleitet ist, ist die Sprossenbildung so präcise ausgedrückt, dass sie kein nüchterner Beobachter verkennen kann. Die Gefässwände schicken Fortsätze aus, die Fortsätze werden dicker, verbinden sich mit Fortsätzen anderer Gefässe oder mit anderen Gefässen direct, und indem die Fortsätze ausgehöhlt werden, ist die Communication hergestellt. Dabei bleibt es übrigens wahrscheinlich, dass auch noch im Schwanze der Froschlarven freie Zellen Ausläufer bekommen und sich an ein Gefäss anschliessen, um dann die Rolle zu spielen, welche, der früheren Schilderung zufolge, die Gefässausläufer spielen. Meine Beobachtung, dass in dem Schwanze der Froschlarven beiderseits geschlossene blutkörperchenhaltige Spindeln vorkommen, ist neuerdings

1) Wiener Sitzungsberichte Bd. LII.

von J. Arnold bestätigt worden. Diese Beobachtungen legen es nahe, dass selbst noch im Schwanze der Froschlarven eine endogene Bluterzeugung vorkommt. Es ist ausserdem durch Arbeiten, welche derzeit in meinem Laboratorium ausgeführt werden, schon sichergestellt, dass auch in sogenannten vascularisirenden Entzündungsheerden das Blut endogen entstehen kann, indem die Wände der Zellen zu Gefässwänden werden.

Eine andere Art der Gefässneubildung ist bis jetzt nicht beobachtet worden.

Ursprünglich sind alle Gefässe, sie mögen später das Herz, oder Arterien, oder Venen bilden, gleich den Capillargefässen gebaut, das heisst, sie haben nur je eine kernhaltige Wand, und diese Wand besteht im embryonalen Zustande aus embryonalem Zellleibe oder Protoplasma. Die Complication, welche der Bau des Herzens, der Arterien und Venen nachträglich erfährt, ist der Erfolg eines secundären Processes an der Aussenwand des ursprünglichen Röhrensystems, über welchen uns bis jetzt die näheren Kenntnisse noch fehlen. Die Endothelien des Herzens der Arterien und Venen haben also dieselbe genetische Dignität wie die Wände der Capillaren.

Da man in den Capillaren des fertigen Gefässsystems durch die Silberfärbung ein System brauner Linien hervorrufen kann, welche direct übergehen in die braunen Kittsubstanzstreifen der Endothelien sowohl der Arterien wie der Venen, müssen wir annehmen, dass sich die Kittsubstanzstreifen in dem ganzen Systeme nachträglich gebildet haben. Es entspricht dieser Vorgang dem allgemeinen Entwickelungsprincipe. Ausser bei den ersten Anlagen des mittleren Keimblattes ist weiter kein Beispiel bekannt, dass Zellen zusammentreten, um ein zelliges Gefüge zu bilden. An allen Epithelien, sowie an allen Endothelien sehen wir die Zellentheilung nur so ausgedrückt, dass aus einer Zelle zwei oder mehr Zellen werden, dass aber diese nicht aus einander rücken, sondern eben nur Kittsubstanzen auftreten, welche die Discontinuität der Individuen andeuten. Genau dasselbe müssen wir für die ursprünglich einheitlichen Protoplasmaröhren annehmen. Ich muss noch einmal das schon in der Einleitung gebrauchte Beispiel anziehen, dass die Gefässe ursprünglich wie Kanonenröhren angelegt werden, dass sie sich aber nachträglich wie Schornsteine zusammengesetzt erweisen.

Ueber das Wo und Wie der Blutbildung im Embryo nach Vollendung der ersten Gefässanlagen wissen wir sehr wenig. Reichert[2]) hat behauptet, es entwickele sich das Blut in der Leber. Befriedigende Beweise sind dafür aber nicht beigebracht worden. Da mit Markräumen versehene Knochen erst spät auftreten, so kann die von Neumann und Bizzozero vertheidigte Entstehung des Blutes für die erste Zeit auch nicht in Betracht kommen. Ob überhaupt,

1) Virchow's Archiv Bd. 53.
2) Entwickelungsgesch. etc.
3) Entwickelungsleben etc.

und wie bald die Markräume in den Fötusknochen als Bildungsstätten des Blutes fungiren, bleibt vorläufig unbeantwortet. Für die frühen Entwickelungsstadien können endlich die Lymphdrüsen kaum noch als Quelle der farblosen Blutkörper angesehen werden, da, wie Sertoli[1]) gezeigt hat, die ersten Spuren derselben erst bei Embryonen einer späteren Entwickelungsperiode gefunden werden.

Bevor ich die Entwickelung der quergestreiften Muskelfasern beschreibe, muss ich noch Einiges über ihre Struktur nachtragen, zumal dieselbe in dem Capitel VI theilweise unbesprochen blieb. Die quergestreiften Muskelfasern sind spindelförmig oder cylindrisch und mit stumpfen oder zugespitzten Enden versehen. Die Dicke der Fasern variirt ausserordentlich, sie sind zuweilen schon mit dem freien Auge sichtbar, zuweilen um ein Vielfaches dünner; im kleinen Muskel sind sie so lang wie diese, werden aber auch in grösseren Muskeln angeblich nicht über vier Centimeter lang.

Schwann hat an den Muskelfasern eine Scheide entdeckt, das Sarcolemma, und es ist seit jener Zeit die Vorstellung gebräuchlich, dass dieses Sarcolemma von der eigentlichen Muskelsubstanz vollständig ausgefüllt wird. An frischen Fasern kann man die Scheide nicht sehen, wohl aber, wenn man die Muskelfasern mit Wasser oder verdünnter Essigsäure, kurz mit Körpern behandelt, welche die Scheide intakt lassen, die Muskelsubstanz aber zum Quellen bringen; die Scheide berstet dann an irgend einer Stelle, die Muskelsubstanz quillt vor, und man kann in solchen Fällen den Risskanal der Scheide ziemlich deutlich erkennen. Zuweilen genügt es, an solchen Präparaten, namentlich wenn man sich dazu nicht frischer Muskeln bedient, sondern solcher, die schon etwa 24 Stunden todt sind, die Scheide in grösseren Strecken sichtbar zu machen. Man erkennt sie dann als eine sehr dünne, äusserst durchsichtige und, mit unseren Hilfsmitteln gesehen, strukturlose Haut.

Schwann hat auch die Kerne des Muskelfasern entdeckt; es sind das die Muskelkörperchen der Autoren, aus deren genauerer Untersuchung Max Schultze bekanntlich die ersten Anhaltspunkte gewann für die Reform der Zellenlehre. Man sieht rings um diese Kerne häufig, wenn auch nicht immer, einen Saum feinkörniger Substanz, und in diesen Fällen sind also die Muskelkörperchen Zellen; sie bestehen aus Zellleib und Zellkern.

Die Muskelkörperchen liegen zumeist an der Oberfläche der Muskelsubstanz, zwischen diesem und dem Sarcolemma. Donders[2]) hat gefunden, dass in den Herzmuskelfasern die Muskelkörperchen im Inneren der Fasersubstanz liegen, Rollett[3]) hat ferner gezeigt, dass man Muskelkörperchen im Inneren der Substanz antrifft, in Muskeln von Amphibien, Fischen und Vögeln.

Schwann hat endlich aus der Muskelsubstanz Fibrillen dargestellt, die er

1) Wiener Sitzungsber. Bd. LIV. 1866.
2) Physiologie des Menschen; deutsch von Teile.
3) Wiener Sitzungsberichte 1857.

als perlschnurartige Fäden beschrieb. Durch die regelmässige Aneinanderlagerung der dickeren und dünneren jener Fäden sollte die eigenthümliche Erscheinung begründet sein, wegen welcher man diese Fasern als quergestreifte bezeichnet. Wenn man nämlich eine solche Faser von der Oberfläche aus ansieht, so gewahrt man in der Regel mit einander abwechselnde lichtere und dunklere Zonen von einer gewissen Breite. Diese Zonen sollten also entstehen durch die regelmässige Aneinanderlagerung dickerer und dünnerer Abschnitte der Fibrillen. Die Muskelfaser war also, wie es Valentin nannte, ein Bündel von Fibrillen und man bezeichnet sie seither auch als Muskel-Primitivbündel.

Bowman behauptete, die Fibrillen seien nicht ursprünglich in der Faser vorhanden, sondern sie seien das Product eines Zerfalles. Zuweilen, sagte er, zerfallen die Fasern nicht in der Längenrichtung, sondern nach der Richtung der Querstreifen, wodurch sich Scheiben (discs) ergeben. Würde man eine Muskelfaser nach beiden Richtungen hin spalten, das heisst der ganzen Dicke nach in Fibrillen und dann der ganzen Dicke nach in Scheiben, so bekäme man Theilchen »Sarcous elements«, aus welchen eigentlich die Muskelfaser zusammengesetzt ist. Rollett hob hervor, dass Bowman nur von einerlei Substanz gesprochen, das Bindemittel aber übersehen hat.

Wharton Jones hingegen hat zuerst von der abwechselnden Folge zweier verschiedener Substanzen in der Längsrichtung der Faser gesprochen, nämlich von Scheiben und einer intermediären Substanz.

Dobie hat die Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Substanzen auf die Fibrille selbst übertragen und dieselbe als eine liniare Reihe heller und dunkler und mit einander abwechselnder Körper beschrieben. An diese Darstellung knüpfte Rollett an. Er fasste die Muskelsubstanz der Faser im Sinne Schwann's als ein Bündel von Fibrillen auf und sah jede Fibrille an als gegliedert durch eine Wechselfolge von zweierlei Substanzen, deren einer er wegen ihrer härteren Umrisse ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen zuschreibt als der anderen. Die stärker brechende Substanz nannte er Hauptsubstanz, die andere Zwischensubstanz. Auf die ganze Faser bezogen wechselten hier Scheiben von Zwischen- und Hauptsubstanz mit einander ab, und zwar entsprechen die letzteren den Scheiben Bowman's. Auf die Fibrillen bezogen entspricht die Hauptsubstanz einem Sarcous element oder Fleischtheilchen. Rollett konnte damals schon über die Entdeckung Brücke's berichten, wonach die doppelbrechende Eigenschaft nur den Hauptsubstanzen inhärire, den Zwischensubstanzen aber mangle.

In Bezug auf die innere Anordnung der Fibrillen schloss sich Rollett, namentlich gestützt durch die Untersuchung von Querschnitten aus festgefrorenem Rinderherzen den Anschauungen Leydig's an, nach welchen das Primitivbündel von einem Lückensystem durchbrochen ist. Er schloss dies aus der Configuration der Zeichnungen, welche sich aus den Querschnitten ergeben hatten. Unterwarf er die Schnitte einer mehrtägigen Maceration, dann

wurden auf denselben auch Querschnitte der Fibrillen sichtbar. Cohnheim[1]) hat später das Erfrieren frischer Muskelfasern methodisch durchgeführt und gezeigt, dass die Querschnitte solcher Fasern als Querschnitte durch das lebendige Gewebe anzusehen sind. Aus solchen Schnitten nun hatte er die eigentliche Muskelsubstanz zusammengesetzt gefunden, aus zwei ganz verschiedenen Substanzen, und zwar einer von grosser Durchsichtigkeit und starkem Glanz und einer von geringerer Durchsichtigkeit und mattem Aussehen, die in ungleicher Massenvertheilung angeordnet sind. Die starkglänzende Substanz beschrieb er als ein dichtes Gitterwerk schmaler, nur an einzelnen Stellen sich verbreiternder Linien, die sich unter allen möglichen Winkeln durchschneiden; die matte Substanz aber als mosaikartig angeordnet, in Gestalt zahlloser kleiner Dreiecke, Vierecke und Fünfecke, die von einander durch die schmalen Säume der durchsichtigeren Substanz geschieden werden; an einzelnen Stellen seien die Körperchen des Mosaik weiter von einander entfernt, die glänzende Substanz reichlicher angehäuft, und es markiren sich mitten in diesen Stellen die Muskelkerne. Cohnheim sieht die matten Felder des Mosaik als die Querschnitte der Sarcous elements an. Er führt demgemäss weiter aus, dass der Querschnitt der lebenden Muskelfaser der Längsansicht insofern entspricht, als auch an jenem die Sarcous elements, umschlossen von einer zweiten differenten Substanz, sich präsentiren. In Bezug auf die Consistenz dieser letzteren, sagt Cohnheim, indem er sich auf die Arbeiten Kühne's stützt, dass sie nur einen flüssigen Aggregatzustand haben können.

Aus dieser Darstellung ergab sich eine wesentlich neue Auffassung der Muskelstruktur und die lautet, dass Sarcous elements, von einer flüssigen Zwischensubstanz umgeben, schichtenweise (Scheiben) wie die Schichten von Bausteinen einer Mauer über einander geordnet die Muskelsubstanz zusammensetzen.

Kölliker[2]) ist dieser Auffassung von Cohnheim wieder entgegengetreten; er behauptet, dass die von Cohnheim beschriebenen Felder die Querschnitte von Muskelsäulchen sind, die er wieder als aus kleineren Fibrillenbündeln zusammengesetzt ansieht. Er fasst also den Querschnitt wieder im Sinne von Leydig und Rollett auf.

Wie sich aus den Darstellungen Kühne's p. 149 dieses Buches ergiebt, fasst er den Inhalt in dem Sinne auf, wie sich aus der Darstellung Cohnheim's leicht ableiten lässt.

So lagen die Sachen, bis durch die nahezu gleichzeitig erschienenen Arbeiten von Krause und Hensen eine wesentlich andere Auffassung angebahnt wurde. Nach Hensen[3]) verhielt es sich mit dem Baue der Muskelfasern etwa wie folgt.

---

1) Virchow's Archiv Bd. 34.
2) Siehe dessen Handbuch 1867 und Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 16.
3) Arbeiten aus dem Kieler physiologischen Institut. 1868.

In der ruhenden Muskel-Primitivfaser findet sich jeder Querstreif durch eine dunkle Linie in zwei Hälften zertheilt. Diese Linie ist der Ausdruck einer feinen Scheibe (Mittelscheibe). Es findet also im Muskel nicht einfach ein Wechsel zwischen einer stark lichtbrechenden Substanz, der Querscheibe, und einer schwach lichtbrechenden, der Zwischensubstanz, statt, sondern auf die erste Hälfte der Querscheibe folgt eine schwach brechende Substanz, die Mittelscheibe, dann die zweite Hälfte der Querscheibe und endlich die Zwischensubstanz.

Anders lautet die Auffassung von Krause[1]. Jede Muskelspindel besteht nach ihm, abgesehen vom Sarcolemma, aus einer sehr grossen Anzahl von Muskelkästchen. Jedes Muskelkästchen enthält ein Muskelprisma, aus der anisotropen Substanz bestehend, welches das Muskelkästchen fast ganz ausfüllt. Die Form der Muskelprismen (Sarcous elements) ist die einer mehrkantigen, oben und unten quer abgeschnittenen Säule, deren Querdurchmesser wechselt, während die Höhe der Muskelprismen wie der Muskelkästchen in der ganzen Wirbelthierreihe beinahe constant ist. Beide Grundflächen des Prismas werden von einer dünnen Flüssigkeitsschichte überzogen (Muskelkästchenflüssigkeit). Zwischen je zwei Muskelkästchen befindet sich je eine Grundmembran, und dadurch sind die Kästchen von einander geschieden. Jedes Kästchen besitzt aber eine eigene, dessen Seiten rings umschliessende Seitenmembran, die mit den anstossenden beiden Grundmembranen verschmilzt. Die Muskelkästchen sind in der Querrichtung der Spindel zu regelmässigen Scheiben angeordnet, welche Muskelfäden heissen mögen. Jedes Muskelfach besteht aus einer Grundmembran, die im Profil als Querlinie erscheint. Dann folgt in der Längsansicht der Muskelspindel die eine Hälfte eines hellen Querbandes, dann ein dunkles Querband, dann die Hälfte des nächstfolgenden hellen Querbandes, dann wieder eine Querlinie u. s. w.

Die auffälligste Differenz in der Deutung, welche einerseits Hensen und andererseits Krause den Bildern zu Theil werden lässt, besteht darin, dass Krause dasjenige als Muskelprisma, also einen anisotropen Theil ansieht, was Hensen für Zwischensubstanz und isotropen Theil hält.

Heppner[2]) hat gegen die Auffassung Hensen's und Krause's Bedenken erhoben. Seiner Meinung nach sollten die glänzenden Zonen (Muskelkästchen-Flüssigkeit nach Krause, Querscheiben nach Hensen) nur der Ausdruck der totalen Reflexion sein, welche an den Grenzen zwischen der Haupt- und Zwischensubstanz stattfände. — Er stützte sich dabei auf den Umstand, dass die Lage der glänzenden Bänder in Beziehung zu der sie scheidenden Grenzschichte (Mittelscheibe H., Querlinie K.) bei wechselnder Spiegelstellung verschoben werde, ja dass die Bänder bei gewisser Spiegelstellung ganz schwinden. Er stützte sich weiter auf die Erscheinungen im polarisirten Lichte.

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 5.
2) Max Schultze's Archiv Bd. 5.

Wenn man nämlich das Gesichtsfeld durch Glimmerplatten färbt, so sieht man, dass sowohl die glänzenden Bänder wie die matten Scheiben stets in derselben Farbe erscheinen. Hensen wie Krause nahmen aber an, dass nur eine von beiden anisotrop sei.

Ich muss mich, soweit es die Deutung betrifft, welche Krause und Hensen den von ihnen zuerst gesehenen Bildern gegeben haben, an Heppner anschliessen. Ich will aber nicht behaupten, dass die Angelegenheit damit erledigt sei. Ich habe mich, seitdem Heppner die erwähnten Versuche in meinem Laboratorium ausgeführt hat, häufig und eindringlich mit dem Baue der Muskelfasern beschäftigt, bin aber bis jetzt in Rücksicht auf die angeregte Frage zu keinem Abschlusse gelangt.

Meine Untersuchungen bezogen sich ausschliesslich auf frische Muskelfasern, die ich ohne Zusatzflüssigkeit unter Deckglas gebracht und dessen Ränder dann durch Leistchen von Glaserkitt mehr oder weniger sanft an den Objectträger gedrückt hatte. Auch habe ich den Umstand nicht vermieden, den Hensen in einer nachträglichen Publication contra Heppner so sehr rügt, ich habe nämlich zumeist die Muskeln von Hydrophilus benützt, weil eben, wie das schon von ausgezeichneten Fachgenossen hervorgehoben wurde, die Muskeln dieses Thieres für unsere Zwecke ausserordentlich günstig sind.

Mit der Linse No. 15 von Hartnack untersucht, sieht man in den Fällen, in welchen die noch lebenden Muskelfasern quergestreift erscheinen, dass die Zwischensubstanzen (im Sinne Rollett's) nicht homogen sind. Man kann, namentlich wenn diese nicht sehr schmal sind, deutlich unterscheiden, dass hier dunkle Körnchen in einer hellen Grundsubstanz liegen. Sehr häufig habe ich der Längenrichtung nach in einer Scheibe nur zwei Körnchen zählen können. Im Uebrigen wechselt aber die Anordnung derselben in der hellen Grundsubstanz. Bald sieht die ganze Zwischensubstanz wie eine dichtgranulirte Protoplasmazone aus, bald wieder ist sie stellenweise von den Körnchen frei, oder es sind diese dünner gesäet und unregelmässig vertheilt. Es ist vielfach angegeben worden, dass die Zwischensubstanz bei wechselnder Einstellung bald hell, bald dunkel erscheint. Ich muss aber für die Auflösung, welche die Linse No. 15 giebt, mit Entschiedenheit behaupten, dass die Zwischensubstanz da, wo die Granulationen liegen, bei scharfer Einstellung immer dunkel, da wo aber keine Granulationen sind, immer hell und zwar heller ist, als die Hauptsubstanz. Die Hauptsubstanz bleibt bei allen Einstellungen gleichmässig matt.

Die Bilder, unter welchen die Muskelfasern von Hydrophilus, so lange sie sich noch sehr lebhaft bewegen, erscheinen, sind übrigens ausserordentlich wechselvoll. An denjenigen, welche nur quergestreift erscheinen, wechselt die Breite der Haupt- und Zwischensubstanz, variirt die Form der Grenzflächen beider, so dass die Zwischensubstanz bald einen Knoten, bald wieder eine Verdünnung zeigt; es wechselt ferner die Stellung der Scheiben zur verticalen; bald sind sie windschief gestellt, bald wieder eben und vertical. Auch nimmt je eine Zone nicht immer die ganze Oberfläche oder das ganze

Areal eines Durchschnitts ein; es treten zuweilen Verschiebungen auf, so dass man den Eindruck erhält, als wenn die eine Hälfte der Faser gegen die andere um eine halbe Scheibenbreite verschoben wäre; dabei können die Grenzcontouren zwischen Haupt- und Zwischensubstanz unterbrochen oder winkelig gekrümmt werden. Andere Fasern erscheinen quer und längsgestreift, und zwar geht die Längsstreifung bald durch beide Substanzen durch, bald wieder beschränkt sie sich nur auf die Hauptsubstanz. Wieder andere Fasern erscheinen nur längsgestreift, und noch andere weder längs- noch quergestreift. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass alle diese Zustände lebenden Fasern entsprechen. Man sieht das Wogen einer Faser, die weder quer- noch längsgestreift ist, ausserordentlich deutlich, und man sieht auch deutlich, wie eine solche Faser plötzlich ganz oder stellenweise die eleganteste Querbänderung annimmt, um sie ebenso rasch aufzugeben. Ich kann, um diese Zustände zu versinnlichen, nur auf jenes Bild hinweisen, welches ein in lebhaften Evolutionen begriffenes Infanteriecorps von der Vogelperspektive gesehen darbieten könnte; wie es bald in tieferen oder weniger tiefen Colonnen aufmarschirt und ungleich breit quergebändert erscheint, bald sich wieder in Linien formirt, welche auf die Colonnenrichtung senkrecht stehen, und bald endlich ein Viereck bilden, in welchem Quer- und Längsstreifung verschwinden, um im nächsten Augenblicke die eine oder die andere hervortreten zu lassen. Dass solche Erscheinungen sich am besten mit der Vorstellung, nach welcher der Muskel aus kleinen Disdiaklasten-Gruppen und einer flüssigen Zwischensubstanz zusammengesetzt sei, verträgt, ist selbstverständlich. Nur wollen wir uns bis jetzt nicht der Ansicht verschliessen, dass sich gegen diese Anschauungsweise noch mancherlei Bedenken erheben lassen.

Es scheint mir wichtig, noch jener Arbeiten zu gedenken, welche sich mit dem Muskelgewebe niederster Thierformen beschäftigen. Vielleicht werden die Arbeiten auf diesem Gebiete einmal die Fragen entschiedener lösen, als es durch die Untersuchungen der Wirbelthiere und der Arthropoden möglich ist. Ich muss mich, da mir keine eigenen Untersuchungen auf diesem Gebiet zur Disposition stehen, an die letzte Publication, das ist die von Schwalbe [1] halten, auf welche ich auch alle diejenigen verweise, die sich mit dem Gegenstande und mit der Literatur desselben genauer bekannt machen wollen. Ich hebe daraus nur Folgendes von allgemeiner Bedeutung hervor. Zunächst, dass die niederste Thierform, bei welcher noch quergestreifte Muskelfasern angetroffen werden, die Coelenteraten sind. Max Schultze, Brücke und Virchow haben an der Muskelfaser der Schwimmscheibe von Aurelia aurita und Kölliker an den Faserzellen von Pelagia und Agalmopsis deutliche Querstrei-

1) Schultze's Archiv, Bd. 5.

fen gesehen. Ferner ist hervorzuheben, dass nach den Beobachtungen von Schwalbe an Ophiothrix fragilis (Echinodermen) die Muskelzellen zwischen den Ambulacralwirbeln erstens schon ein Sarcolemma besitzen, zweitens die Muskelsubstanz doppelt schräggestreift erscheint. Solche Liniensysteme sind seiner Angabe nach schon früher von Mettenheimer an Muskeln von Arenicola piscatorum und Nereis succinea beobachtet worden. Derselben Erscheinung ist auch noch bei der Beschreibung der Molusken gedacht. Von Belang scheint mir ferner die besonders an Muskeln von Nematoden und Hirudinaen beobachtete Zusammensetzung der Faserzellen aus einer den Kern umschliessenden Marksubstanz und einer in Fibrillen zerfallenden Rindensubstanz. Diese Beobachtung wurde zwar von G. Wagener an Querschnitten getrockneter Muskelfasern von Aulosdoma nigrescens beobachtet. Schwalbe bestätigt die Beobachtung für Hirudo medicinalis. Diese Beobachtungen scheinen mir schon deswegen von besonderem Belang, weil sie einem Entwicklungszustande der Wirbelthiere entsprechen. Schliesslich will ich hervorheben, dass Weissmann[1]) die Muskelfasern abgetheilt hat in Muskelzellen und Muskelprimitivbündel, welcher Eintheilung G. Wagener[2]) entgegentrat. Wagener erklärte die Fibrille als das Primitivelement der Muskelfasern.

Ich kann mich nun über die Entwickelung der Muskelfasern sehr kurz fassen. So weit meine Beobachtungen an Embryonen von Kaninchen reichen, muss ich mich der Annahme Remak's und seiner Gesinnungsgenossen anschliessen, dass eine Muskelfaser aus einer Zelle hervorgeht, welche zunächst zu einer Spindelzelle heranwächst und an Dicke zunimmt; dann vermehren sich die Kerne, und an deren Oberfläche entsteht zunächst ein Mantel von Längsstreifen, der gleichsam die Rinde zu einer kernhaltigen und körnigen Marksubstanz darstellt. Sobald einmal dieser Mantel ausgebildet ist, wird man auch bald solche Fasern antreffen, in welchen derselbe quergestreift erscheint. Es hat also bis jetzt den Anschein, als wenn je eine Spindelzelle von der Peripherie gegen das Centrum allmälig in Muskelsubstanz umgestaltet würde. Es ist wichtig, hervorzuheben, dass die ersten Spuren von Muskelsubstanz in den Faserzellen stets fibrillär erscheinen. Es muss aber auch hervorgehoben werden, dass wir solche Fasern in ganz frischem Zustande gar nicht untersuchen können. Wenn wir sie aus lebenden Embryonen herausnehmen, so sterben sie sehr bald ab, und es ist daher immer noch nicht entschieden, ob die Muskelsubstanz bei ihrem ersten Auftreten immer auch fibrillär ist. In Bezug auf die Entwickelung des Sarcolemmas muss ich hervorheben, dass ich in der Entwickelung keinerlei Anhaltspunkte finden konnte, um sie als Zellmembran anzusprechen. Hingegen habe ich Beobachtungen gemacht, welche es sehr nahe legen, dass das Sarcolemma auf Zellen zurückzuführen ist, welche an die Muskelzelle herantreten, um sie einzuschei-

1) Zeitschrift für rat. Med. 1862 und 1864.
2) Archiv von Reichert etc. 1863.

den. Wenn man nämlich aus dem Stammmuskel eines Kaninchenfötus ein Zupf-Präparat anfertigt, so findet man um die Zeit, da die Muskelfasern noch nicht vollständig entwickelt sind, also entweder noch gleichartig sind oder aus Rinde und Mark bestehen, dass sie in Haufen von kleineren Zellen stecken; ferner findet man an isolirten Fasern, dass an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche mehr oder weniger stark prominirende kernhaltige Zellen haften. Man sieht auch, wie der Leib einer solchen Zelle sich auf dem optischen Längsschnitte der Faser als dünner, äusserst durchsichtiger Grenzstreifen ausbreitet und hier schon das Aussehen eines Sarcolemma-Durchschnittes bietet. Mit Rücksicht auf die Auffassung, welche jetzt der Schwann'schen Scheide zu Theil wird, mit Rücksicht ferner auf den Umstand, dass Schwann'sche Scheide und Sarcolemma zuweilen in einander übergehen, ist nunmehr die Annahme, dass auch das letztere aus Zellen herstamme, welche sich an die Oberfläche der Muskelfasern anlegen, nicht unwahrscheinlich. Es wird aber nun zu bedenken sein, dass jene Muskelkörperchen, welche zwischen Sarcolemma und eigentlicher Muskelsubstanz gefunden werden, genetisch von den letzteren herstammen dürften. Es wird diese Anschauung begründet erstens dadurch, dass die Kerne der jungen Muskelfasern im Marke liegen, zweitens dadurch, dass die Rinde der Zellen in Muskelsubstanz umgestaltet wird, und drittens endlich durch meine Beobachtungen von der Beziehung der embryonalen Muskelzelle zu den an ihre Oberfläche herantretenden kleineren Zellen. In diesem Sinne wären also die oberflächlichen Muskelkörperchen des Sarcolemmas vielleicht als Bindegewebskörperchen aufzufassen. Ich muss übrigens bei dieser Gelegenheit noch einmal betonen, dass das Muskelgewebe und die Bindesubstanzen genetisch auf eine und dieselbe Quelle zurückzuführen sind, dass also aus meiner Auffassung der oberflächlichen Muskelkörperchen noch nicht der Satz abzuleiten ist, dass sie zur Regeneration der Muskeln nicht beitragen können.

Ueber die Entwickelung des Nervengewebes haben uns in neuester Zeit die Untersuchungen von Babuchin erst näheren Aufschluss gebracht.[1]

Aus seinen Untersuchungen geht hervor[2], dass kein wesentlicher Unterschied im feineren Bau zwischen Axencylinderfortsätzen und anderen Ausläufern der Nervenzellen existirt. Nirgends kann man sich besser überzeugen, als an embryonalen Zellen, dass der Axencylinderfortsatz entschieden weder

1) Es lag in dem Plane des Herausgebers, diese Frage im Zusammenhange mit der Beschreibung des elektrischen Organes abhandeln zu lassen. Prof. Babuchin hat sich dieser Aufgabe unterzogen und zum Zwecke der Untersuchung schon zu wiederholten Malen sich an die Küste des adriatischen Meeres begeben. In diesem Jahre hat es indessen Babuchin für nothwendig gefunden, eben dieser Studien wegen nach Aegypten zu reisen. Da wir nunmehr den Abschluss des Werkes nicht bis zu seiner Rückkehr verschieben können, so zieht es der Herausgeber vor, mit den gegebenen Mitteln abzuschliessen. Die Untersuchungen von Babuchin werden als ein besonderes Heft im Format dieses Buches erscheinen.

2) Centralblatt 1868.

mit Nucleus, noch mit Nucleolus im Zusammenhange steht. Die embryonalen Nervenzellen, welche schon ganz entwickelte Axencylinderfortsätze haben, besitzen einen auffallend grossen Kern, so dass es beim ersten Anblicke scheint, als ob dieser ganz nackt sei und unmittelbar am Ende des Axencylinders sitze, wie ein Stecknadelkopf auf der Nadel. Doch bei genauerer Betrachtung und bei guter Vergrösserung kann man schon eine sehr schmale Protoplasmaschicht unterscheiden, welche von dem grossen Kern von allen Seiten scharf abgegrenzt ist und dem Axencylinder seinen Ursprung giebt. Der in seinem Anfange verhältnissmässig dicke und kegelförmige Axencylinder verschmälert sich im weiteren Verlaufe grösstentheils, ohne sich zu theilen, und verwandelt sich in eine ungemein dünne Fibrille. In diesem Zustande geht er aus der Schädelhöhle des Embryo aus und reicht bis zu den entferntesten Theilen desselben, wo er sich nicht selten in ein Bündel äusserst feiner, nur noch mit Nr. 15 Hartnack's gut sichtbarer Fäserchen auflöst.

Nachträge.

I.

Ueber die Structur der Synovialhäute.

Von

Dr. Ed. Albert.

Schon Bichat schied die Synovialhäute von den ächten serösen Membranen und theilte dieselben in 2 Classen: 1. die Kapseln der tendinösen Scheiden, Synovialkapseln, und 2. die Synovialmembranen der Gelenke. Seitdem wurde von den Anatomen an dem Schema nicht gerüttelt, und nur in einer Richtung wurde geforscht, ob nämlich der epitheliale Ueberzug der Synovialhaut der Gelenke auch über den Gelenksknorpeln sich vorfinde. Erst im Jahre 1866 trat Hüter[1] mit einer Arbeit auf, deren Resultate geeignet schienen, die synovialen Häute aus ihrer so lange behaupteten Stellung in dem Schema der Häute des menschlichen Körpers zu verdrängen.

Auf Grund der Versilberungsmethode läugnete Hüter das Vorhandensein eines Endothels und behauptete, die Synovialis sei von einem besonders modificirten Bindegewebe ausgekleidet, dessen Formen bald an das Endothel, bald an die Saftcanälchenzeichnung der Cornea erinnern (epithelioides und keratoides Bindegewebe). Die Anfechtungen, welche die Methode v. Recklinghausen's, durch Schweigger-Seidel[2] erfuhr, richteten sich auch gegen die Hüter'sche Aufstellung, und hat Schweigger-Seidel die Existenz eines Epithels vorzugsweise durch Darstellung regelmässig auf der Fläche gelagerter Kerne nachzuwiesen gesucht.

Bei Weitem entschiedener hat Landzert in einer vorläufigen Mittheilung[3] die Existenz eines Epithels (Endothels) über der Zeichnung der Saftcanälchen aufrecht gehalten.

Dagegen hat R. Böhm[4] in seiner Inauguraldissertation die Hüter'sche Ansicht bezüglich der Silberbilder auf der Synovialis vollständig acceptirt und noch dadurch erweitert, dass er auf Grund von Untersuchungen des frischen Objects im Salzwasser die innerste Lage der Synovialis als eine Lage kernloser Zellen zu erkennen glaubte.

---

1) Virchow's Archiv, Bd. 36, und Klinik der Gelenkkrankheiten. 1870.
2) Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig. 1860.
3) Centralbl. für medicinische Wissenschaften. 1867. No. 24.
4) Beiträge zur Anatomie und Pathologie der Gelenke. 1868.

Lässt man ganze Gelenke, die ausgiebig eröffnet worden sind, in einer Lösung von Chromsäure (1 : 10,000 — 1 : 5000) einige Tage liegen, so bringt man an der innersten Schicht der Synovialmembran ganz leicht vollkommene Zellen zur Anschauung, die durch sehr schwache Färbung mit Carmin noch deutlicher werden. Man bemerkt nun eine continuirliche Lage von rundlichen oder polygonalen Zellen, stellenweise mit ganz kurzen Ausläufern, die je einen deutlichen, granulirten, rundlichen, ovalen Kern mit Kernkörperchen besitzen.

Der Kern füllt mitunter nahezu den ganzen Raum der Zelle aus, so dass vom übrigen Zellkörper nur ein schmaler Saum bemerkt werden kann; in anderen Fällen ist der central gelegene Kern kleiner, der Zellkörper grösser. Durch diese Beobachtungsmethode wurde nun sicher gestellt, dass die innerste Schichte der Synovialis mit vollkommenen kernhaltigen Zellen ausgekleidet ist.

An Silberbildern fällt es wieder vor Allem auf, dass man an ausgebreiteten Strecken der Synovialmembran zwei Schichten von Zeichnungen erblickt. Die obere Schicht giebt Bilder, welche einer Endothelzeichnung am meisten ähnlich sind. Die darunter liegende Schicht zeigt das charakteristische Gefässnetz mit den engen rhombischen und quadratischen Maschen und dazwischenliegenden Saftcanälchen. Wenn man diesen Befund mit jenem Hüter's vergleicht, so erscheint als der erheblichste Unterschied der, dass nach Hüter [1]) die epithelähnlichen Bildungen mit den Keratoiden (Saftcanälchen) in einer Schicht liegen. Hat man sich aber an gelungenen Bildern überzeugt, dass dem nicht überall so ist, so ist man leicht versucht, die Hüter'sche Anschauung für irrthümlich zu halten (Landzert) und die Synovialmembranen für einfache seröse Häute anzusehen. Je weiter man aber in der Untersuchung fortschreitet, desto mehr überzeugt man sich, dass die Voraussetzung, dass die oberflächlich liegenden unregelmässigen (Keratoiden) Zeichnungen misslungene Endothelzeichnungen sein könnten, dennoch nicht zutrifft; man überzeugt sich, dass die endothelähnlichen Zeichnungen zwar in der grössten Ausdehnung der Synovialmembran auftreten, dass es aber dennoch constante Stellen giebt, an welchen sie nie vorkommen, und für diese Stellen gilt zweifellos das, was Hüter behauptet. Man kann auch im Allgemeinen angeben, welche Stellen dies sind. Nimmt man den höchsten Punkt eines Gelenkkopfes, also z. B. den des Oberarmkopfes, zum Ausgangspunkte, so findet man weit um den Pol herum runde Knorpelzellen, die am Erwachsenen durch breite Streifen von Intercellularsubstanz von einander getrennt sind, beim Kinde aber so nahe an einander liegen, dass die Intercellularsubstanz nur schmale Gitterstreifen zwischen den Zellen darstellt, wodurch ein epithelähnliches Bild gewonnen wird. Nähert man sich dem Aequator der Kugel, so treten Zellen auf, die eckige Contouren und kurze, vereinzelte Ausläufer zeigen.

1) l. c. p. 43.

Noch weiter werden die Knorpelzellen vielstrahlig, die einzelnen Ausläufer verhältnissmässig sehr lang, selbst wieder verzweigt, und durch die Ausläufer entstehen Anastomosen.

Wenn man auf diese Weise bis an die Insertion der Kapsel vordringt, so stösst man auf eine Zone, wo die Knorpelzellen allmählig in Bindegewebszellen [1]) übergehen.

Man ist da im Bereiche der Synovialis. Alsbald stösst man nämlich auf Gefässe, welche theils Arkaden bilden, theils in die Tiefe tauchen und zwischen ihren Maschen die Saftcanälchen einschliessen. Aber eine darüber liegende Zellenschicht lässt sich nicht erkennen. Erst weiter, wo die Synovialhaut als deutlich erkennbare Membran frei von der Pfanne auf den Gelenkkopf zieht, wird man der oberflächlichen endothelähnlichen Zeichnung gewahr.

Man findet aber an den Synovialmembranen eine Zone, die Ansatzzone, welche nach einer Richtung hin den Uebergang zum Knorpel, nach der anderen Richtung einen solchen zu einer serösen Membran bildet. Es entsteht nun die Frage, ob jenseits dieser Zone oder deutlicher gesprochen, zwischen den beiden Ansatzzonen — da sich ja die Synovialis zwischen zwei Knochenlinien ausspannt — die Membran den Charakter einer serösen Haut im strengen Sinne beibehält. Es ist Sache der Auffassung, ob man die Unterschiede wichtig genug findet, um die synovialen Häute von den serösen zu trennen.

Als solche Unterschiede ergeben sich aber folgende: Erstlich ist auch an den gelungensten Präparaten wahrzunehmen, dass das Gitterwerk der Kittsubstanz nicht so feine und gleichmässig breite Linien allenthalben einhält, wie an den serösen Häuten; dass die Grösse und Gestalt der Zellen und die Beschaffenheit ihrer Kerne viel erheblicher variirt, als dort. Zweitens ist es Regel, dass man in den meisten Gelenken und an vielen Sehnenscheiden Zotten antrifft. Ich habe solche auch an den Gelenken der Neugeborenen beobachtet. Hüter hat als weiteres Unterscheidungszeichen angegeben, dass die Gefässe der Synovialhaut nackt liegen. Dieses Merkmal wäre allerdings von entscheidender Wichtigkeit; allein die Behauptung Hüter's ist nicht durchwegs richtig. Wo sich jenes Stratum der bedeckenden Zellen über der Saftcanälchenschicht befindet, gehen die Zellen in einem Continuum auch über die Gefässe hinweg. Gleichwohl scheint mir Hüter's Meinung, dass die fraglichen Zellen von den Endothelien zu trennen wären, begründet und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, dass man beim Frosch, wo die Endothelien so entwickelt sind, solche an der Innenseite des Gelenkes nicht vorhanden sind, sondern Zellen, die ihrem ganzen Habitus nach mit den epithelioden Zellen der Säugethiere übereinstimmen.

---

1) Die Wichtigkeit dieses Umstandes für die Auffassung der Saftcanälchen hat Böhm ganz klar ausgesprochen. Ich habe gegen Böhm nur zu erinnern, dass das Vorkommen der sternförmigen Knorpelzellen an die Nähe der Insertion der Synovialis gebunden ist und nicht an mechanische Verhältnisse des Knorpels, an ein Freisein von Reibung u. dgl.

Böhm wiederum hat darauf hingewiesen, dass bei den ächten serösen Häuten die Epithelialschicht niemals über Fett, wo sich solches findet, hinüberziehe, was bei den synovialen Häuten ja der Fall ist; ferner auf den Umstand, dass die oberflächlichen Zellen sich nicht wegpinseln lassen. Was den ersten Umstand betrifft, so ist zu erinnern, dass auf ächten serösen Häuten es ebenfalls vorkommt, dass die Endothelzeichnung über die Fettzellen hinwegzieht.

Ich behaupte also:

Gegen Hüter: dass die Gelenkssynovialis zwei Schichten, eine deckende Zellenschicht und eine Saftcanälchenschicht besitze;

Gegen Böhm: dass die deckende Zellenschicht kernhaltig ist;

Gegen Schweigger-Seidel: dass die Anordnung und Gestaltung der Kerne in der deckenden Schicht seinen Zeichnungen geradezu nur ausnahmsweise entspricht.

Eigenthümlich ist auch das Verhalten der Gelenksmembranen den Gelenksbändern gegenüber, was man am Knie-Schulter-Hüftgelenk nachweisen kann. Alle Bänder haben auf der der Gelenkshöhle zugekehrten Seite, wo man einen Ueberzug von Seite der Synovialis annehmen würde, keinen Ueberzug von epithelialen Zellen, sondern es zeigt sich auf ihrer Oberfläche dieselbe Zeichnung, wie auf der Oberfläche der Sehnen, wo sie frei in ihrer Synovialscheide liegen. Die Vorstellung, dass eine geschlossene Membran die ganze Höhle des Gelenkes auskleidet, ist also nicht richtig.

Was die Schicht der Saftcanälchen betrifft, so zeichnet sich die Synovialis durch einen enormen Reichthum derselben aus. Dass sie Zellen, resp. Kerne enthalten, lässt sich durch Behandlung mit Gold oder auch Chromsäure nachweisen; jedoch gelingt der Nachweis etwas schwierig. Die Gestalt der Saftcanälchen zeigt verschiedene Typen.

Von den Blutgefässen behauptete zuerst Böhm, dass sie in Saftcanälchen sich öffnen. Die Räume, in welchen die Blutgefässe liegen, communiciren in der That mit den Saftcanälchen.

Von Lymphgefässen behauptet Hüter, derlei niemals gesehen zu haben. Nur bei Entzündung, wo die Spannung der subsynovialen Lymphgefässe gross werde, erschienen sie zuweilen. Landzert hingegen behauptet, man könne nach seiner Methode der Silberbehandlung die Lymphgefässe deutlich zur Anschauung bringen.

Mir ist dies nicht gelungen. Nur einmal fand ich beim Schwein im Kniegelenke deutliche, spitz zulaufende, von der epithelialen Schicht bedeckte, mit Endothel ausgekleidete Lymphräume. Aehnlich gezeichnete Räume findet man auch beim Menschen sehr häufig, aber nie ist es mir gelungen, Endothel in denselben darzustellen. Es ist möglich, dass Einige davon Lymphgefässe waren, aber so viel ist sicher, dass die meisten dieser hell bleibenden Räume nur Faltenvertiefungen sind, in welche das Silber nicht eindringt. Die Falten treten bei der Silberbehandlung ungemein deutlich hervor, und man kann

zeigen, dass die weissen, an Lymphgefässe erinnernden Räume nur den Falten entsprechen, die man schon mit freiem Auge sieht.

Die Synovialscheiden der Sehnen, ein zur Untersuchung sehr geeignetes Object, haben folgenden Bau: Die Grundlage der Duplicaturen bildet ein fibrilläres Bindegewebe, in welches an constanten Stellen Knorpelzellen eingestreut sind. Darüber liegen Saftcanälchen von derselben Anordnung und Gestalt wie in den Gelenkhäuten; stellenweise sind die Gitter der Grundsubstanz so schmal, dass man an epitheliale Bildungen denken würde. Aber eine genauere Betrachtung lehrt, dass es sich hier ebenso verhalte, wie an den Ansatzzonen der Gelenkssynovialis. Die fraglichen Bildungen liegen in derselben Ebene mit den ausgesprochensten verzweigten Gebilden, und man kann gut verfolgen, wie die Linien der Grundsubstanz sich verbreitern, und in breite gefärbte Felder derselben übergehen. Abgesehen von den Knorpelzellen, haben die als Mesotendon zur Sehne gehenden Lamellen dieselbe Structur.

Die Innenwand der fibrösen Scheide hat endlich dieselbe Structur, wie die Oberfläche der Sehne, und bezüglich der letzteren könnte ich nur das wiederholen, was v. Recklinghausen behauptet hat.

Auch die Innenwand der typischen Schleimbeutel, von denen ich einige (am Menschen) untersuchte, zeigt dieselbe Structur und nicht minder, wie es nach einer einzigen Untersuchung eben nur mit Wahrscheinlichkeit behauptet werden kann, auch diejenige der erworbenen Schleimbeutel.

Da die letzteren offenbar aus Bindegewebslücken hervorgehen, so hätten wir in den synovialen Höhlen wirklich einen Uebergang von einfachen Bindegewebslücken bis zu so organisirten Höhlen, dass sie sich den serösen Höhlen zunächst stellen.

II.

Ueber die ungestielte Hydatide.

Von

Dr. Ernst Fleischl.

Soweit die bisher gewonnenen Resultate einer nichts weniger als abgeschlossenen Untersuchung sich mindestens mit der Berechtigung, an sich festgestellte Thatsachen zu sein, darstellen lassen, sind es folgende:

An der Furche zwischen Hoden und Kopf des Nebenhodens entspringt beim Menschen ein in maximo etwa zwei Erbsen grosses, niemals aber vollständig fehlendes Organ, bisher als »ungestielte Morgagni'sche Hydatide« beschrieben und vielfach verkannt, von Krause z. B. für das Analogon einer Appendix epiploica des Darmes gehalten.

Dieses aus kernreichem Bindegewebe bestehende, von Nerven, Blutgefässen und weiten Lymphräumen durchsetzte Gebilde ist an seiner Oberfläche mit einem Flimmerepithelstratum überzogen, welches sich auch in die weiten, blinddarmförmigen, besonders zahlreich von der Spitze des Organes sich in das Innere derselben erstreckenden Einstülpungen seiner Oberfläche fortsetzt. An der Basis des Organes zieht sich eine geschlossene, meist unregelmässige Linie, oft schon für das freie Auge erkennbar, hin, welche die Grenze zwischen dem »echten Schleimhautepithel« desselben und dem serösen Plattenepithel (Endothel) des visceralen Blattes der Tunica vaginalis propria darstellt, ähnlich wie am freien Rande des Ostium abdominale tubae oder an der Basis des Ovariums eine Linie die scharfe Grenze zwischen Peritoneal- und Keimepithel bildet. Nahe der Basis des Organes beginnt ein Canal, für dessen allgemeines Vorkommen ich einstweilen nicht einstehen kann, der sich gegen die Albuginea testis hinzieht und sich sogar gelegentlich ein Stückchen

weit in die Substanz derselben hineinerstreckt[1]). Die Wandung dieses Canales besteht aus folgenden Schichten. Zu äusserst ein drehrundes Rohr aus dicht verfilzten, meist circulär gelagerten Bindegewebsfasern; sodann eine dicke Lage lockeren Bindegewebes, welches sich in dicht beisammen stehende, gegen das Lumen zu weit vorspringende Längsleisten erhebt, die sich in der Achse des Canales mit ihren Firsten beinahe berühren und tiefe Buchten zwischen sich fassen; zu innerst eine Lage von Cylinderepithel, welches höchst wahrscheinlich Cilien trägt. Die Analogie dieses ganzen Apparates mit denjenigen Theilen des weiblichen Genitales, die sich aus dem oberen Ende des Keimepithellagers entwickeln, ist eine deutliche, und die mikroskopischen Ansichten von Querschnitten des eben beschriebenen Canales und einer weiblichen Tuba sind einander zum Verwechseln ähnlich.

---

1) Dieses Canales hatte ich in meiner vorläufigen Mittheilung über die »ungestielte Hydatide« (Centralbl. 1871, No. 9) keine Erwähnung gemacht, obwohl er mir bereits bekannt war. Bald nach der Veröffentlichung dieser Mittheilung hatte Herr Prof. Waldeyer die Güte, mir seine Ansichten über die Bedeutung des besprochenen Organes, welches er inzwischen selbst untersucht hatte, in einem Briefe mitzutheilen. In diesem Briefe nun ist u. A. eine vollständig zutreffende Schilderung und eine wohlbegründete Deutung des Canales enthalten.

Register.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

